



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO



MEMORIA Y ANEXOS

PLANOS

Autor:	Lorena Jaquet Cera
Director:	Eduard Calduch Pros
Convocatoria:	Junio 2018

I. RESUM

EL present projecte consisteix en el disseny mecànic d'una màquina de gimnàs, que simula el més fidelment possible, els moviments de l'esquí de fons en la seva tècnica clàssica.

La finalitat del projecte és el disseny d'una màquina funcional, segura y competent al mercat actual.

L'objectiu del mateix és la futura construcció d'un prototip d'aquesta màquina perquè sobre ells es puguin dur a terme els assajos pertinents. Per a això s'ha realitzat un estudi del mercat actual en el sector de les màquines de gimnàs, el disseny de la cinemàtica de la màquina i el càlcul de totes les peces de l'estructura perquè compleixi la normativa vigent.

Al llarg del treball es defineixen les diferents peces que la componen, així com els materials dels quals estan fetes, la seva geometria i les unions seleccionades.

Per finalitzar, s'ha realitzat un estudi econòmic per avaluar quins són els costos de la realització d'aquest prototip.

A més de tot això s'ha pretès dissenyar-la de manera que fos atractiva i còmoda per al client i que arribés a un públic el més ampli possible.

II. RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño mecánico de una máquina de gimnasio, que simula, lo más fielmente posible, los movimientos del esquí de fondo en su técnica clásica.

La finalidad del proyecto es el diseño de una máquina funcional, segura y competente en el mercado actual.

El objetivo del mismo es la futura construcción de un prototipo de dicha máquina para que sobre él se puedan llevar a cabo los ensayos pertinentes. Para ello se ha realizado un estudio del mercado actual en el sector de las máquinas de gimnasio, el diseño de la cinemática de la máquina y el cálculo de todas las piezas de la estructura para que cumpla la normativa vigente.

A lo largo del trabajo se definen las diferentes piezas que la componen, así como los materiales de los que están hechas, su geometría y las uniones seleccionadas.

Para finalizar, se ha realizado un estudio económico para evaluar cuáles son los costes de la realización de dicho prototipo.

Además de todo esto se ha pretendido diseñarla de manera que fuera atractiva y cómoda para el cliente y que llegara a un público lo más amplio posible.

III. ABSTRACT

The present project consists of the mechanical design of a gym machine, which simulates, as faithfully as possible, the movements of cross-country skiing in its classical technique.

The purpose of the project is the design of a functional, safe and competent machine in the current market.

The main objective of this thesis is the future construction of a prototype of the machine so that the pertinent tests can be carried out. To this end, a study of the current market has been carried out in the gym machines sector, the design of the kinematics of the machine and the calculation of all the parts of the structure so that it complies with current regulations.

Throughout the document the different pieces that compose it are defined, as well as the materials from which they are made, their geometry and the selected joints.

Finally, an economic study has been carried out to evaluate the costs of the realization of the said prototype.

In addition to all this, it has been designed to be attractive and comfortable for the client and to reach as wide an audience as possible.

IV. GLOSARIO

- SW**: SolidWorks (Software utilizado para diseñar las piezas y realizar simulaciones para obtener diagramas)
- VM**: Von Mises (Método utilizado en el cálculo de la resistencia).
- FS**: Factor de seguridad
- Flec**: Flector
- Tors**: Torsor
- Ax**: Axil
- Ciz**: Cizalladura

INDICE

I. RESUM	3
II. RESUMEN	4
III. ABSTRACT	5
V. GLOSARIO	6
1. PREFACIO	9
1.1 Motivación.....	9
1.2 Mercado actual.....	9
2. INTRODUCCIÓN	10
2.1 Objetivos del trabajo.....	10
2.2 Alcance.....	10
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA	11
4. GRUPOS PRINCIPALES	12
3.1 Estructura-Soporte.....	12
3.2 Carcasa protectora.....	21
3.3 Accesorios.....	22
5. MATERIALES	25
5.1 Acero.....	25
5.2 ABS.....	25
5.3 Otros materiales.....	25
6. UNIONES	26
7. MECANISMOS PRINCIPALES	27
7.1 Sistema de frenado de la cinta.....	27

7.2 Sistema de frenado de los bastones.....	28
7.3 Sistema de elevación.....	28
8. ESTUDIO ECONÓMICO.....	29
8.1 Costes fase de diseño.....	29
8.2 Costes materiales.....	29
8.3 Costes montaje.....	29
8.4 Costes presupuesto total.....	30
9. IMPACTO AMBIENTAL.....	31
10. CONCLUSIONES.....	32
11. BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXO I. Elementos normalizados.....	34
ANEXO II. Cálculos.....	54
ANEXO III. Presupuesto.....	96
ANEXO IV. Normativa.....	104
ANEXO V. Manual usuario.....	106

1. PREFACIO

1.1 Motivación

El esquí de fondo es un deporte que históricamente fue utilizado como medio de transporte, pero que con el paso del tiempo se fue popularizando en los países nórdicos como pasatiempo. En las últimas décadas se ha ido generalizando y cada día son más las personas que lo practican.

Después de muchos años compitiendo en esquí de fondo, me he dado cuenta de que como la mayoría de los deportes de invierno tiene un problema principal, se necesita nieve para practicarlo. Por lo tanto, a la hora de realizar una pretemporada, los deportistas dedicados al esquí de fondo, pasan muchas horas en el gimnasio y trabajando ejercicios en seco.

A la hora de realizar ejercicios en un gimnasio para fortalecer las partes del cuerpo necesarias para el esquí de fondo, hay una falta de máquinas con similares movimientos a los de dicho deporte.

1.2 Mercado actual

En la actualidad se pueden encontrar en el mercado infinidad de máquinas para realizar ejercicio físico con las que se pueden trabajar prácticamente todos los músculos del cuerpo.

Pero como se ha comentado anteriormente, existe una carencia de máquinas que reproduzcan fielmente los movimientos del esquí de fondo.

Por ello el objetivo de este trabajo es el diseño de una máquina de diseño nuevo, pero inspirada en algunas ya existentes como lo son la cinta de correr o la bicicleta elíptica.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Objetivos del trabajo

El objetivo de este trabajo es el estudio y diseño de una máquina de gimnasio que reproduzca lo más fielmente posible los movimientos de la técnica clásica en el esquí de fondo.

Se busca conseguir una solución de ingeniería competente, económica y segura para poder aplicar en la industria actual.

Puesto que el mercado que se ofrece es bastante reducido, se busca encontrar un diseño lo más general posible para que le pueda interesar trabajar en ella a cualquier persona.

En conclusión, se busca cumplir una necesidad para un grupo de personas muy reducido, como lo son los deportistas que necesitan entrenar en pretemporada para la práctica del esquí de fondo, pero llamando la atención e invitando a utilizar a un público más general que lo que quiere es realizar un ejercicio muy completo.

2.2 Alcance

El trabajo comprende el estudio y el análisis técnico del diseño de todas las piezas que conforman una máquina para hacer deporte, que reproduce lo más fielmente posible los movimientos del esquí de fondo en su técnica clásica. También incluye un presupuesto de lo que podría costar la realización de un prototipo en el que probar y validar todas las decisiones tomadas tanto a nivel de materiales y geometría como de cinemática de la máquina.

Quedaría abierta la posibilidad de la fabricación de un prototipo que por falta de medios y de tiempo no se va a llevar a cabo y solamente se realizará un prototipo virtual mediante el software SolidWorks.

Además, como ampliación del proyecto también se podría cambiar el diseño para que se pudiera realizar en la misma máquina los movimientos propios de la técnica de patinador, pero por falta de conocimientos no se va a ejecutar en este trabajo.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA

La máquina diseñada es un aparato para realizar ejercicio físico. Está enfocada a que cualquier adulto pueda utilizarla sin necesidad de unas cualidades especiales.

Con ella se realiza un ejercicio muy completo ya que, mediante los movimientos exigidos, se activan músculos de todo el cuerpo.

La máquina está pensada para que se instale en un gimnasio o un centro profesional y no en una casa particular.

Las dimensiones principales de la máquina son 950x1488x1720 (mm).

Y el peso de la misma es de 131 (Kg)

El peso máximo aceptado para el usuario es de 120 (Kg)

Cabe recordar que este proyecto está enfocado a la construcción de un prototipo y que una vez construido el mismo se realizarían pruebas de validación que posiblemente haría cambiar ligeramente las características de la máquina.

4. GRUPOS PRINCIPALES

A continuación se va a proceder a exponer detalladamente todas y cada una de las piezas que conforman la máquina. Para ello, dependiendo de su función, se han dividido tres grupos principales.

Por un lado está la estructura que es el cuerpo con los elementos principales e imprescindibles de la máquina, por otro, está la carcasa que recubre la estructura para cumplir con la normativa de seguridad y que además aporta cierta estética al diseño y los accesorios.

4.1 Estructura-Soporte

La estructura la conforman todos los elementos que soportan los esfuerzos principales a los que está sometida la máquina y es la parte que requiere más tiempo de cálculo y diseño. Todos los componentes de este grupo, excluyendo los elementos normalizados, están fabricados en acero estructural E295 (1.0050). Con un acabado superficial N8 salvo las superficies que se encuentran en contacto con otras piezas y deslizan sobre ellas que tienen un acabado N6.

Todos los cálculos para comprobar o diseñar la geometría de la pieza de encuentran en el *Anexo II. Cálculos*.



Vista estructura completa



Vista estructura completa explosionada

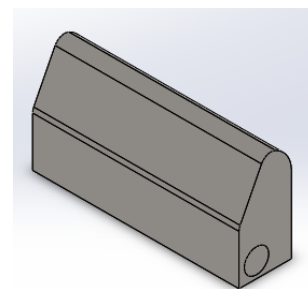
A continuación se van a explicar una por una todas las piezas detallando su funcionamiento y algunas características de la misma.

1. Agarre esquí.

El agarre del esquí es una pieza que se utiliza para unir el esquí a la cinta. Esto lo hace mediante un tornillo que se rosca a la parte inferior de la pieza y que al hacerlo deja la cinta unida a la pieza.

Dicha rosca es una rosca métrica M4x0.7.

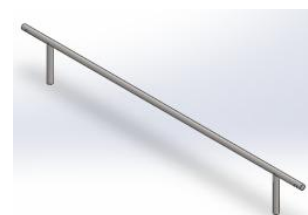
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 1 del apartado de planos.



2. Barra delantera.

La barra delantera es una barra maciza de 15 (mm) de diámetro con dos patas que hace de soporte en la parte delantera de la máquina.

En dichas patas lleva colocada una goma antideslizante para que con el movimiento, la



máquina no se desplace pudiendo causar cualquier tipo de daño al usuario.

Está unida al frontal derecho y el izquierdo mediante un sistema de tornillos con una rosca métrica M5x0.8.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 2 del apartado de planos.

3. Barra principal

La siguiente pieza es una barra maciza de 30 (mm) de diámetro que se desliza verticalmente sobre unas hendiduras del frontal derecho y el izquierdo para ajustar la inclinación de las cintas y de las guías de los bastones ya que es sobre ella sobre la que se apoyan dichos elementos.

Esta barra tiene soldadas en su parte delantera dos cremalleras que van unidas mediante un piñón al eje que sale del motor que se usa para elevar la estructura.

Además tiene dos agujeros roscados con una rosca métrica M10x1 de las que se cuelga la pieza que la une con la barra de los bastones.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 3 del apartado de planos.

4. Barra bastones

La barra de los bastones es una barra de 15(mm) de diámetro, sobre la que se roscan las guías por las que se deslizan los bastones.

Dichas roscas son de métrica M10x1.

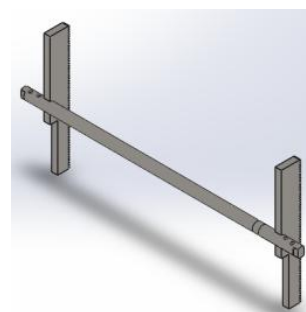
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 4 del apartado de planos.

5. Barra cinta

La barra cinta es una varilla que se coloca entre la barra principal y la barra trasera de los pies para mantener la distancia entre ellas constante y así conseguir que la tensión de las cintas sea la correcta.

Además, a ella se le unen los tensores de la cinta que son el método que se ha diseñado para que durante el mantenimiento de la máquina se puedan tensar las cintas a medida que los materiales se van dando de sí.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 5 del apartado de planos.



6. Barra freno

La barra del freno es un eje de 10 (mm) de diámetro que hace de apoyo para la parte trasera de la cadena unida a el bastón.

Contiene dos chaveteros para así facilitar la unión y el apriete de los rodamientos apoyados sobre el mismo. Dichos chaveteros tiene un tamaño 2x3x10.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 6 del apartado de planos.

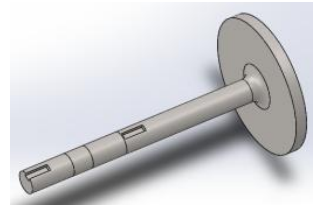


7. Barra freno disco

Esta barra es un eje con un diámetro de 10 (mm) que en uno de los extremos tiene un aumento de diámetro a 60 (mm) que hace la función de entrehierro del electroimán que se encarga de oponer resistencia al movimiento.

Además contiene dos chaveteros de tamaño 2x3x10 para facilitar el agarre de los rodamientos que lleva incorporados.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 7 del apartado de planos.



8. Barra trasera

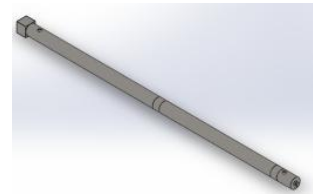
La barra trasera es una barra con un diámetro de 30 (mm) que funciona de soporte para la cinta en su parte trasera.

Por un lado contiene un dado que desliza sobre la pata trasera izquierda mientras varía la inclinación de la cinta y por el otro tiene una rosca que iría unida a un dado idéntico que realiza la misma función.

Dicha unión desmontable se ha diseñado para poder así desarmar el mecanismo de la cinta en caso de mantenimiento.

La rosca tiene una métrica de M8x1

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 8 del apartado de planos.



9. Barra trasera bastones

La barra trasera de bastones es muy similar a la barra trasera, pero sobre ella se apoyan las guías por las que deslizan los bastones.

En este caso en ambos lados se encuentra un dado ya que esta barra no contiene ningún



mecanismo que se deba desmontar.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 9 del apartado de planos.

10. Bastón

El bastón es una barra hueca que representa un bastón real de esquí y que unido la pieza de unión del bastón y mediante un rodamiento lineal desliza sobre la guía y representa bastante fielmente el movimiento de brazos en el esquí de fondo.

Tiene un diámetro exterior de 35 (mm) que junto con la almohadilla que se le pone posteriormente en la parte superior hace que sea cómodo el agarre de la pieza para el usuario.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 10 del apartado de planos.

11. Bota

La bota es la pieza sobre la que el usuario colocará el pie.

En un inicio se consideró instalar unas fijaciones propias del esquí de fondo para que se usara la máquina con botas reales, pero finalmente se decidió que con una pieza universal que cualquier usuario pudiera usar con cualquier tipo de zapatillas, se llegaría a un público más amplio que es uno de los objetivos del proyecto.

La bota, es la única pieza de la estructura que no solo se fabrica en acero, sino que también tiene unas tiras de tela que permiten ajustar la pieza a cada tamaño de pie.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 11 del apartado de planos.

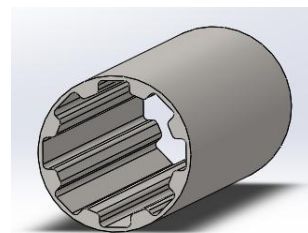
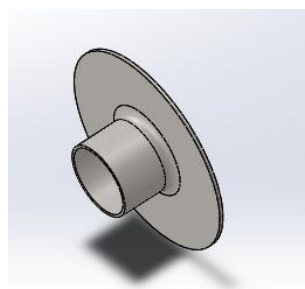
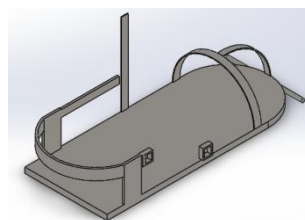
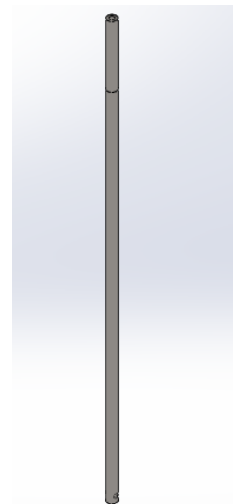
12. Freno disco

El freno de disco es una pieza que se coloca en el mecanismo trasero de la cinta, que posteriormente se explicará detalladamente, que hace la función de entrehierro para el electroimán.

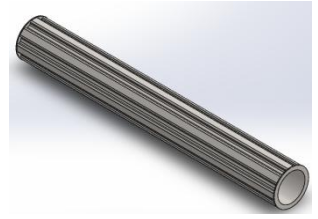
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 12 del apartado de planos.

13. Ejes nervados

Se ha decidido hacer por fabricación propia los ejes nervados que se necesitan puesto que no se ha encontrado nada en el mercado que se ajustara a las necesidades de la máquina.



Lo forman dos piezas, la hembra que es la parte exterior y el macho que es la interior. Ambas encajan a la perfección y tienen un acabado N6 para que deslicen con facilidad una respecto a la otra.

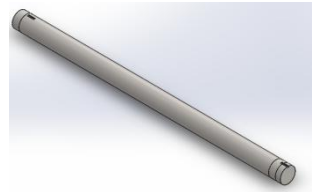


Se han diseñado dos pares con idéntica geometría pero con diferentes dimensiones

Para consultar las dimensiones debe dirigirse a los planos nº 13,14,15,16 del apartado de planos.

14. Eje motor

El eje motor es una barra maciza de diámetro que sale directamente del reductor del motor y lleva incorporados por medio de chaveteros dos piñones a juego con las cremalleras incorporadas en la barra principal que permiten cambiar la inclinación de la máquina.

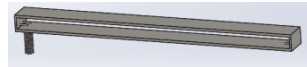


Los chaveteros son de tamaño 5x5x20.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 17 del apartado de planos.

15. Tensor cinta

El tensor de la cinta es una pieza que va unida a la barra de la cinta mediante un tornillo y dos tuercas de M10x1 que permite reajustar la tensión de la cinta cuando sea necesario.



A él van unidas cuatro varillas con juego para que puedan rodar libremente que atrapan dos a dos la cinta pero sin frenarla.

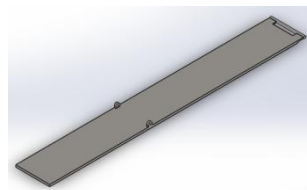
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 18 del apartado de planos.

16. Esquí

El esquí es la pieza que representa el verdadero esquí en el deporte del esquí de fondo.

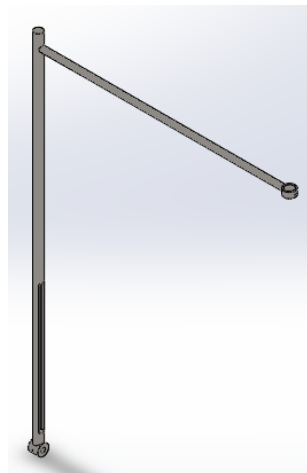
Va unido por su parte delantera al agarre del esquí y por su parte trasera va libre.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 19 del apartado de planos.



17. Frontal izquierdo

El frontal izquierdo es una pieza que se encuentra en la parte delantera de la máquina sobre la cual se desliza la barra principal.



También hace de soporte para la pantalla electrónica sobre la cual el usuario controlara diferentes variables de la máquina como la pendiente o resistencia que opone la máquina al movimiento.

Va unida por un tornillo a la barra delantera. Dicho tornillo es de métrica M5x0.8

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 20 del apartado de planos.

18. Frontal derecho

Es la pieza que complementa al frontal izquierdo. En un principio se pensaron juntas, pero luego se decidió separarlas para facilitar el mantenimiento de la máquina.

Van unidas por un tornillo M5x0.8

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 21 del apartado de planos.

19. Guía bastón

La guía del bastón es una barra de 20 (mm) de diámetro por la cual se desliza el bastón mediante un rodamiento lineal y una pieza de unión.

En uno de sus extremos contiene una rosca para poder desmontarla y en caso de que fuera necesario realizar alguna acción de mantenimiento. Dicha rosca es M8x1.0.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 22 del apartado de planos.

20. Pata T

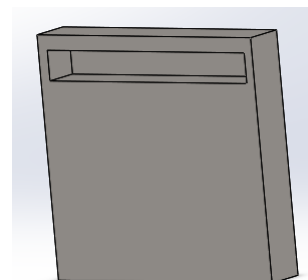
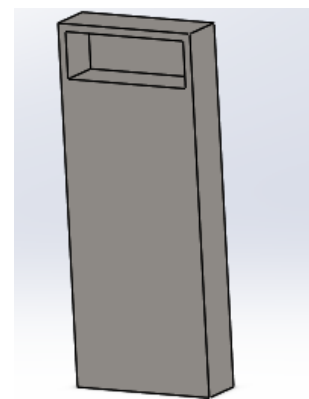
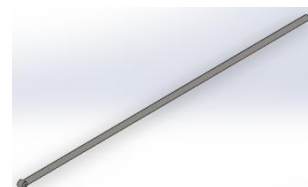
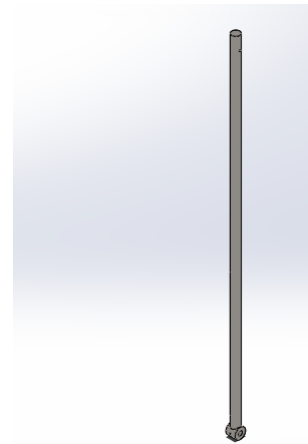
La pata trasera es el soporte sobre el cual se apoya la barra trasera y permite que deslice el dado por ella.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 23 del apartado de planos.

21. Pata D

Pata delantera es el soporte sobre el cual se apoya la barra trasera de bastones y permite que deslice el dado por ella.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 24 del apartado de planos.

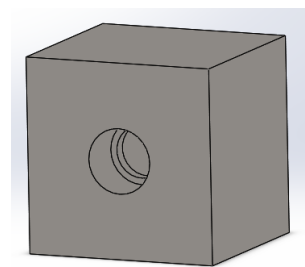


22. Taco barra

El taco de la barra es el dado que se incorpora a la barra trasera para que deslice sobre la pata trasera.

Contiene un agujero roscado de métrica M8x1.0

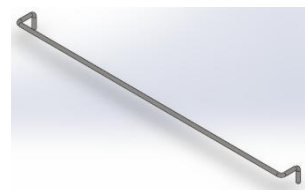
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 25 del apartado de planos.



23. Tope D

El tope delantero es una barra que impide que el agarre del esquí pase mas allá y el usuario pueda caerse hacia delante. No está preparado para que se le den grandes golpes. En principio el usuario si hace un correcto uso de la máquina no debería llagar hasta allí.

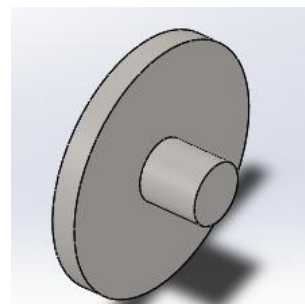
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 26 del apartado de planos.



24. Tope bastón

El tope del bastón es una pequeña pieza que se encaja en el hueco que queda libre en el acoplamiento entre el bastón y la unión a la guía e impide que el bastón se salga.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 27 del apartado de planos.



25. Tope T

El tope trasero es una barra que impide que el agarre del esquí pase mas allá y el usuario pueda caerse hacia detrás. No está preparado para que se le den grandes golpes. En principio el usuario si hace un correcto uso de la máquina no debería llagar hasta allí.

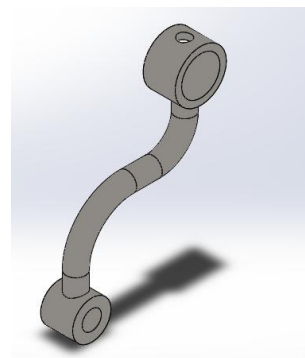
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 28 del apartado de planos.



26. Unión barras

Pieza que en su parte superior está unida a la barra principal mediante un tornillo y en su parte inferior a la barra de bastones con un pequeño juego para que la barra de bastones pueda girar levemente cuando la inclinación cambia.

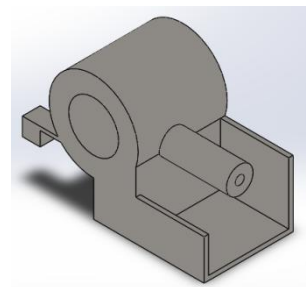
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 29 del apartado de planos.



27. Unión bastón

Pieza que une el bastón con la guía de bastones para que pueda deslizarse sobre ella por medio de un rodamiento lineal.

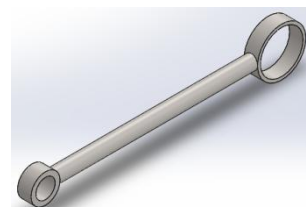
Para consultar las dimensiones debe dirigirse a los planos nº 30 y 31 del apartado de planos.



28. Unión freno D

Barra que une el eje sobre el que está colocado el freno de los bastones y la barra de bastones.

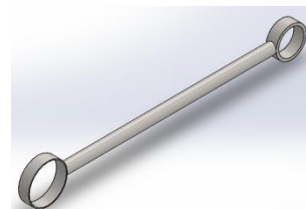
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 32 del apartado de planos.



29. Unión freno T

Barra que une la barra de freno y la barra de bastones.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 33 del apartado de planos.



30. Varilla

Barra delgada que se coloca sobre el tensor de la cinta que permite hacer presión sobre la cinta para tensarla, pero sin producirle casi rozamiento. Esto se consigue uniendo ambas piezas mediante un ajuste con juego.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 34 del apartado de planos.



32. Cinta

La cinta es el elemento principal de la máquina. Sobre ella se produce el movimiento de deslizamiento que permite hacer el ejercicio que se busca.

Es el único elemento de la estructura a parte de los elementos normalizados que no es de fabricación propia. El material del que está hecha es el PVC.

Como no venden del tamaño que se necesita ya que las que hay en el mercado son de máquinas de correr, se cortará y adaptará una.



31. Elementos normalizados

Para conseguir las uniones y el funcionamiento de los mecanismos, se encuentran incorporados ciertos elementos normalizados de los cuales se puede encontrar más información en el *Anexo I. Elementos normalizados*.

4.2 Carcasa protectora

Una vez diseñada la estructura, la máquina podría funcionar perfectamente. Pero siguiendo la normativa y para preservar la seguridad del usuario se han diseñado una serie de piezas en plástico ABS que permiten cubrir ciertos puntos peligrosos de la máquina mejorando así su seguridad y minimizando al máximo el riesgo de que el usuario pueda sufrir un accidente.

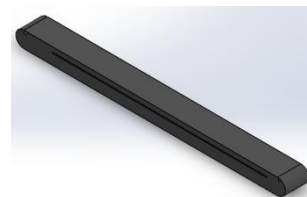
Todas las piezas son del mismo material y de un milímetro de espesor.

A continuación se van a explicar detalladamente cada pieza que pertenece a este grupo

1. Carcasa correa

Esta pieza permite cubrir la correa dentada, y el sistema de frenos de los bastones.

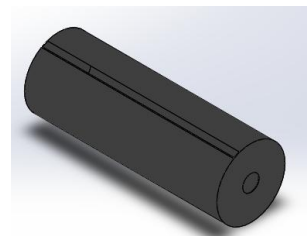
Para consultar las dimensiones debe dirigirse a los planos nº 35 y 36 del apartado de planos.



2. Carcasa eje

Esta pieza protege los extremos de la cinta, así como todo el mecanismo que lleva en su interior.

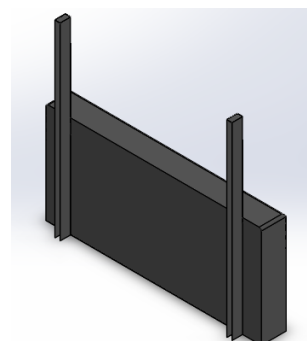
Para consultar las dimensiones debe dirigirse a los planos nº 37 y 38 del apartado de planos.



3. Carcasa delantera

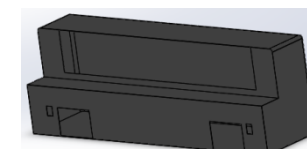
Esta pieza protege el motor, el eje que sale del mismo y las cremalleras incorporadas en la barra principal.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 39 del apartado de planos.



4. Carcasa trasera

Esta pieza contiene la parte trasera de las cintas, los frenos traseros y las patas.



Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 40 del apartado de planos.

4.3 Accesorios

Además de los elementos necesarios como lo son los que forman parte de la estructura o de la carcasa protectora, contamos con algunos accesorios que solo hacen que mejorar las prestaciones de la máquina.

Estos elementos son los siguientes.

1. Almohadilla

Se trata de una almohadilla de poliuretano que se coloca en el frontal y permite un agradable apoyo para el usuario además de que absorbe el sudor.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 41 del apartado de planos.

2. Almohadilla bastón

Se trata de una almohadilla de poliuretano que se coloca en la parte superior del bastón para mejorar el del mismo. Absorbe el sudor y es agradable al tacto.

Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 42 del apartado de planos.

3. Botellero

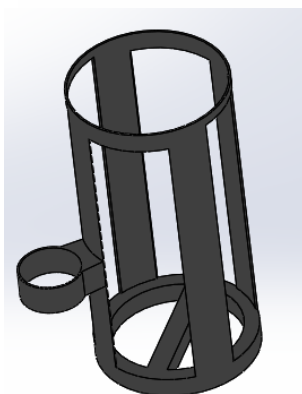
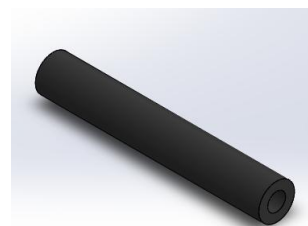
Pieza circular que se coloca sobre el frontal y que permite colocar botellas para que el usuario lo tenga a mano desde la máquina.

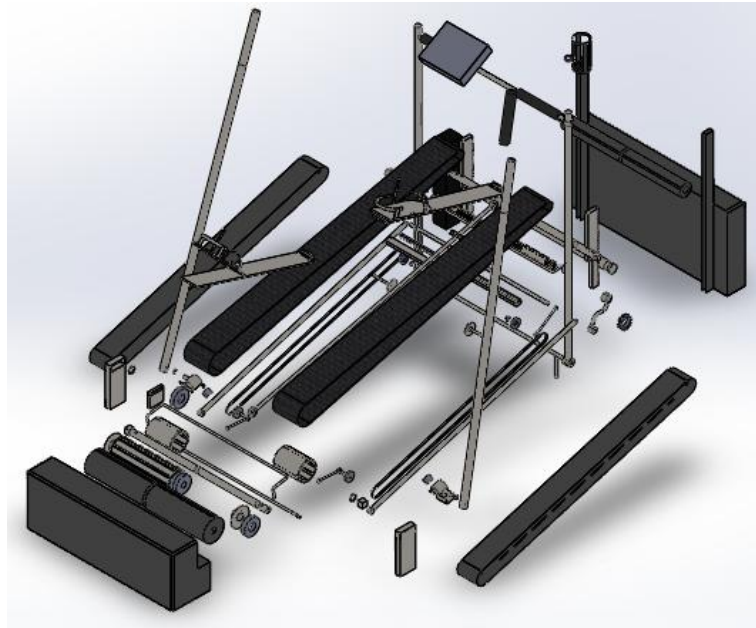
Para consultar las dimensiones debe dirigirse al plano nº 43 del apartado de planos.

4. Pantalla

Se le incorporara una pantalla desde la cual se pueda controlar la inclinación de la máquina y la fuerza de resistencia que opone al movimiento.

Además podría ser más completa si se quiere incluyendo un pulsómetro y un cuenta kilómetros.





Vista explosionada máquina



Vista máquina

5. MATERIALES

Principalmente los materiales pensados para la construcción del prototipo son el acero E295 para el esqueleto y el plástico ABS para las protecciones.

5.1 Acero

Para el esqueleto de la máquina se analizó inicialmente que materiales usaban las máquinas que se encuentran actualmente en el mercado y se vio que la gran mayoría se fabrican en acero, salvo unas pocas que se fabrican en aluminio, pero que encarece considerablemente el producto.

Una vez decidida la familia de materiales se buscó un acero que fuera estructural y finalmente, entre las opciones que había se optó por seleccionar el acero E295 ya que era el que mejor se adaptaba a las necesidades de la máquina.

Algunas de las características principales de dicho acero son las siguientes.

Propiedad	Valor
Módulo elástico	210000 (N/mm ²)
Coefficiente de Poisson	0,28 (N/D)
Módulo cortante	79000 (N/mm ²)
Densidad de masa	7800 (Kg/m ³)
Límite de tracción	470 (N/m m ²)
Límite de compresión	275 (N/mm ²)

Tabla 1. Propiedades del acero

Además, a las piezas de la estructura que quedan a la vista del usuario se les ha dado una capa de pintura de embellecimiento.

5.2 ABS

Para la selección del material protector se siguió un procedimiento parecido. Estaba decidido con antelación que tenía que ser un polímero y posteriormente se observó cuál era el que se utilizaba en la

industria de las máquinas de gimnasio similares. Se vio que era el ABS y tras comprobar que las características coincidían con las necesidades se considero como buena la elección.

5.3 Otros materiales

Además de los materiales principales, también se tienen otros en menor medida.

Las almohadillas para agarrar los bastones y las colocadas en el frontal son de poliuretano ya que son agradables al tacto y absorben el sudor.

El tapiz de la cinta es de PVC, como la gran mayoría de los que están en el mercado.

Para las tiras de la bota se utiliza un material textil, para que se pueda adaptar al pie.

6. UNIONES

Puesto que la máquina se vende montada de fábrica, se ha intentado que la mayor parte de las uniones sean fijas para que no se pueda modificar la geometría.

Por ello se ha decidido que las piezas se unan por soldadura con aporte del mismo acero de la propia estructura, conservando así la continuidad del material y sus propiedades físico químicas. Esto aportará una mayor resistencia a la soldadura, que será capaz de absorber los esfuerzos a los que se verá sometida.

Por otro lado, para facilitar el mantenimiento de algunos elementos que forman parte de la máquina, algunas de las uniones se han diseñado desmontables.

Todas las uniones desmontables se han diseñado utilizando tornillos y roscas.

En el *Anexo V. Manual de usuario* se explica al usuario como tratar dichas uniones y como dejarlas correctamente fijadas una vez se han desmontado.

7.MECANISMOS PRINCIPALES

A continuación se van a explicar detalladamente los tres mecanismos que componen la máquina.

7.1 Sistema de frenado de la cinta

La cinta es el elemento principal de la máquina ya que sobre ella se produce el movimiento de deslizamiento.

Para que esto sea posible las cintas están montadas sobre la parte exterior de un eje nervado (sobre la pieza hembra) que permite el movimiento de la cinta tanto circular- horizontal como lateral.

Este eje nervado está a su vez montado sobre un rodamiento para que el par producido no sea transmitido sobre el eje.

Se decidió que una de las prestaciones era que el usuario pudiera controlar la resistencia que la máquina opone al movimiento para poder elegir la dureza del entrenamiento.

A la hora de buscar una solución a esta propuesta se decidió que entre el eje nervado y el rodamiento se coloca un disco que ejerce la función de entrehierro para un electroimán que se encarga de realizar la fuerza de frenado.

El inconveniente apareció cuando se decidió que además el electroimán debía frenar cuando el disco rotaba en un sentido, pero no cuando lo hacía en el otro. Se deseaba que se ejerciera resistencia cuando la pierna tiraba de la cinta hacia detrás, pero no al recuperarla tirando la pierna hacia delante.

Para ello se ha colocado una rueda libre.

La función de una rueda libre es la de que cuando una pista gira con respecto a la otra se bloquea y por tanto se transmite el par y cuando la pista exterior gira en el otro sentido, no se bloquea y la pista interior sigue girando en el mismo sentido.

Pero, como este movimiento es exactamente lo contrario a lo que se necesita para la máquina. Se ha montado la rueda libre al revés. El disco en vez de estar encajado por la parte exterior de la rueda libre, lo está por la interior. Así se consigue que cuando la cinta va en uno de los sentidos, la rueda se bloquee y transmita el par al disco y se produzca la fuerza de frenado, y cuando va en el sentido contrario, la pista exterior no arrastra a la interior y el disco no se mueve, por lo que no se produce frenado.

La fuerza de frenado que ejerce la selecciona el usuario desde la pantalla colocada en el frontal a la que está conectado el electroimán.

Para más información consultar el plano nº 45 del apartado de planos.

7.2 Sistema de frenado de los bastones

El sistema de frenado para ejercer resistencia en los brazos es prácticamente igual que el de las cintas con la única diferencia de que el movimiento de bastón se transmite desde la unión del bastón a una correa dentada y esta a su vez transmite el movimiento a una rueda libre como la de la cinta, que en su parte interior se encuentra conectada a un eje, que contiene en su otro extremo el disco que realiza la función de entrehierro para el electroimán.

7.3 Sistema de elevación

Otra de las prestaciones que se deseaban para la máquina era que el usuario pudiera elegir el grado de inclinación de la máquina para así endurecer el nivel del entrenamiento.

Se decidió que la inclinación máxima permisible fuera de 15°.

En un principio se pensó que esto se podía hacer manualmente, mediante un sistema de clavijas que el usuario colocaba para bloquear la barra principal a la altura deseada. Pero finalmente se descartó esta opción ya que era un sistema muy incomodo y se quería instalar un sistema más sofisticado.

Esto se ha conseguido mediante un motor con bloqueo que contiene un electroimán para que cuando se haya conseguido la inclinación deseada se desconecte y el eje quede inmóvil por la acción de dicho electroimán.

A la salida del motor se ha colocado un reductor ya que se desea que este cambio de inclinación sea muy lento y no pueda causar ningún daño al usuario.

El eje conectado al reductor se encuentra unido a dos piñones que engranan con una cremallera soldada a la barra principal, de la que dependen las cintas y las guías de los bastones.

8. ESTUDIO ECONÓMICO

El objetivo de esta sección es realizar la comprobación de que el proyecto puede ser llevado a cabo y cuánto va a costar la realización del prototipo, estudiando así su viabilidad económica.

Para realizarlo se han realizado algunas hipótesis previas de las cuales dependerán todos los resultados.

Se intenta dar el máximo realismo al estudio, pero en algunos casos es difícil hacer una aproximación de ciertas variables.

8.1 Costes fase de diseño

Los costes de la fase de diseño engloba todos los costes de ingenierías y hace referencia todo el proceso, desde el estudio de las especificaciones iniciales, pasando por los cálculos y el diseño hasta las comprobaciones.

El total de los costes de la fase de diseño es de 14400€

8.2 Costes materiales

Los costes materiales hacen referencia a todas las piezas que están montadas en la máquina.

Las piezas no son de fabricación propia si no que se compran ya hechas. Se ha contado el precio de material por la cantidad necesaria y se ha contado con un factor de fabricación.

El total de los costes de la fase de materiales es de 1035,88€

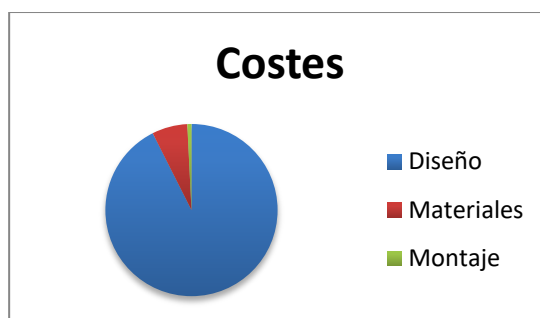
8.3 Costes de montaje

Los costes de montaje engloban todos los costes del ensamblaje de la máquina una vez se tienen todas las piezas.

El total de costes de montaje es de 121€

8.4 Presupuesto total

Finalmente el coste total de la fabricación del prototipo de la máquina diseñada en este proyecto es de 15556€.



Gráfica 1. Costes presupuesto total

Si se quiere conocer más a fondo el desglose de este presupuesto, consultar *Anexo III. Presupuesto*

9. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

A la hora de diseñar el producto se ha tenido en cuenta que sea sostenible y respetuoso con el medioambiente.

La máquina no produce desechos y se recomienda que los productos que se utilizan para su mantenimiento no sean contaminantes.

Además todos los materiales que se han seleccionado, una vez se deseche la máquina pueden ser reciclados fácilmente evitando así que terminen en vertederos.

10. CONCLUSIONES

El objetivo del proyecto era el diseño de una máquina de gimnasio que simulara el movimiento de la técnica clásica de esquí de fondo y se ha conseguido.

El resultado final es bastante aproximado a la idea inicial y esto se ha conseguido encontrando soluciones muy interesantes para los dos inconvenientes principales con los que se contaba, que eran el sistema de frenado y el de inclinación.

A nivel económico se ha cumplido con el objetivo marcado previamente al diseño y cálculo del producto. Si se observa el apartado de estudio económico, se puede advertir que más del 92% del presupuesto total proviene de los costes de la parte del diseño tal y como se esperaba inicialmente.

Uno de los procesos que hubiera sido interesante realizar hubiera sido la construcción del prototipo al que hace referencia el proyecto. Pero no ha sido posible por el tiempo y los medios disponibles.

Finalmente cabe remarcar que el diseño no es perfecto y que tiene margen de mejora. Una de las posibles mejoras de la máquina sería aligerar el peso de la misma ya que es considerablemente más alto que el de las máquinas que se encuentran actualmente en el mercado. También se podría estudiar la manera de hacer que fuera plegable y así más cómoda para el transporte.

Un posible objetivo futuro sería el de adaptar la máquina para que se pudiera realizar en ella además de la técnica clásica también la técnica de patinador.

La finalidad de un trabajo fin de grado es la de agrupar los distintos conocimientos que se van adquiriendo a lo largo de los estudios en las distintas asignaturas y en este proyecto este objetivo se ha cumplido con creces. Además se han adquirido nuevos conocimientos al encontrarnos con inconvenientes que en un principio parecían no tener solución con los conocimientos que se tenían.

11. BIBLIOGRAFÍA

- (1) AENOR. <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- (2) Tutoriales SolidWorks.
http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/sldworks/c_introduction_toplevel_topic.htm
- (3) BOE. <https://www.boe.es/legislacion/legislacion.php>
- (4) Preciado, Cándido y Moral, Jesús. 2004. Normalización del dibujo técnico. Editorial Donostiarra.
- (5) Nicolás Larburu Arrizabalaga. Máquinas Prontuario: Técnicas, máquinas, herramientas.
- (6) Robert L. Norton. Diseño de Máquinas. 1999. Editorial Prentice-Hall.
- (7) Callister, Jr. W. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 1. 1995. Editorial Reverté.
- (8) Ashby, Michael F. y Jones, David R.H. Materiales para Ingeniería. 2009. Editorial Reverté.

ANEXO I

ELEMENTOS NORMALIZADOS

INDICE

1. RODAMIENTOS	36
1.1 Cinta trasero	36
1.2 Cinta delantero	37
1.3 Barra freno	38
1.4 Rodamiento lineal	39
2. RUEDA LIBRE	40
2.1 Pies	40
2.2 Brazos	41
3. CORREA DENTADA	42
4. POLEA DENTADA	43
5. TORNILLOS	44
6. TUERCAS	45
7. CHAVETAS	46
8. CREMALLERA	47
9. PIÑÓN	48
10.ELECTROIMÁN	49
10.1 Piernas	49
10.2 Brazos	50
11.MOTOR	51
12.REDUCTOR	52
13.TAPIZ	53

1. RODAMIENTOS

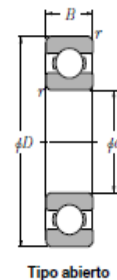
1.1 Cinta trasero

Rodamiento rígido de bolas

f_n : factor de velocidad f_h : factor de vida

$$n = 1000(\text{rpm}) \quad f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3} = 0,3217 \quad f_h = 0,5 \quad P = 686 \text{ (N)}$$

$$C_r = \frac{f_h \cdot P}{f_n} = \frac{0,5 \cdot 686}{0,3217} = 1,06 \text{ (KN)}$$



Tipo abierto

d 20 ~ 35mm

Dimensiones principales				Capacidades básicas de carga				Factor		Velocidades límites				Números de rodamientos				
mm				kN				kgf		r.p.m.								
d	D	B	$r_{\text{max}}^{(1)}$	n_{es}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	f_0	grasa tipo abierto	aceite tipo abierto	LLH	LLU	tipo abierto	con tapas	con sello de no contacto	con sello de bajo torque	con sello de contacto
20	72	19	1.1	—	28.5	13.9	2 900	1 420	11.4	12 000	14 000	—	—	6404	—	—	—	—
22	44	12	0.6	0.5	9.40	5.05	955	515	13.9	17 000	20 000	13 000	10 000	60/22	ZZ	LLB	LLH	LLU
	50	14	1	0.5	12.9	6.80	1 320	690	13.5	14 000	17 000	12 000	9 700	62/22	ZZ	LLB	LLH	LLU
	56	16	1.1	0.5	18.4	9.25	1 880	945	12.4	13 000	15 000	11 000	9 200	63/22	ZZ	LLB	LLH	LLU
25	32	4	0.2	—	1.10	0.840	112	86	15.8	4 000	4 600	—	—	6705	—	LLF	—	—
	37	7	0.3	0.3	4.30	2.95	435	300	16.1	18 000	21 000	—	10 000	6805	ZZ	LLB	—	LLU
	42	9	0.3	0.3	7.05	4.55	715	460	15.4	16 000	19 000	—	9 800	6905	ZZ	LLB	—	LLU
	47	8	0.3	—	8.35	5.10	855	520	15.1	15 000	18 000	—	—	16005	—	—	—	—
	47	12	0.6	0.5	10.1	5.85	1 030	595	14.5	15 000	18 000	11 000	9 400	6005	ZZ	LLB	LLH	LLU
	52	15	1	0.5	14.0	7.85	1 430	800	13.9	13 000	15 000	11 000	8 900	6205	ZZ	LLB	LLH	LLU
	62	17	1.1	0.5	21.2	10.9	2 160	1 110	12.6	12 000	14 000	9 700	8 100	6305	ZZ	LLB	LLH	LLU
	80	21	1.5	—	34.5	17.5	3 550	1 780	11.6	10 000	12 000	—	—	6405	—	—	—	—
28	52	12	0.6	0.5	12.5	7.40	1 270	755	14.5	14 000	16 000	10 000	8 400	60/28	ZZ	LLB	LLH	LLU
	58	16	1	0.5	17.9	9.75	1 830	995	13.4	12 000	14 000	9 700	8 100	62/28	ZZ	LLB	LLH	LLU
	68	18	1.1	0.5	26.7	14.0	2 730	1 430	12.4	11 000	13 000	8 900	7 400	63/28	ZZ	LLB	LLH	LLU
30	37	4	0.2	—	1.14	0.950	117	97	15.7	3 300	3 800	—	—	6706	—	LLF	—	—
	42	7	0.3	0.3	4.70	3.65	480	370	16.5	15 000	18 000	—	8 800	6806	ZZ	LLB	—	LLU
	47	9	0.3	0.3	7.25	5.00	740	510	15.8	14 000	17 000	—	8 400	6906	ZZ	LLB	—	LLU
	55	9	0.3	—	11.2	7.35	1 150	750	15.2	13 000	15 000	—	—	16006	—	—	—	—
	55	13	1	0.5	13.2	8.3	1 350	845	14.8	13 000	15 000	9 200	7 700	6006	ZZ	LLB	LLH	LLU
	62	16	1	0.5	19.5	11.3	1 980	1 150	13.8	11 000	13 000	8 800	7 300	6206	ZZ	LLB	LLH	LLU
	72	19	1.1	0.5	26.7	15.0	2 720	1 530	13.3	10 000	12 000	7 900	6 600	6306	ZZ	LLB	LLH	LLU
	90	23	1.5	—	43.5	23.9	4 400	2 440	12.3	8 800	10 000	—	—	6406	—	—	—	—
32	58	13	1	0.5	11.8	8.05	1 200	820	15.4	12 000	15 000	8 700	7 200	60/32	ZZ	LLB	LLH	LLU
	65	17	1	0.5	20.7	11.6	2 110	1 190	13.6	11 000	12 000	8 400	7 100	62/32	ZZ	LLB	LLH	LLU
	75	20	1.1	0.5	29.8	16.9	3 050	1 730	13.1	9 500	11 000	7 700	6 500	63/32	ZZ	LLB	LLH	LLU
35	47	7	0.3	0.3	4.90	4.05	500	410	16.4	13 000	16 000	—	7 600	6807	ZZ	LLB	—	LLU
	55	10	0.6	0.5	9.55	6.85	975	695	15.8	12 000	15 000	—	7 100	6907	ZZ	LLB	—	LLU
	62	9	0.3	—	11.7	8.20	1 190	835	15.6	12 000	14 000	—	—	16007	—	—	—	—
	62	14	1	0.5	16.0	10.3	1 630	1 050	14.8	12 000	14 000	8 200	6 800	6007	ZZ	LLB	LLH	LLU
	72	17	1.1	0.5	25.7	15.3	2 620	1 560	13.8	9 800	11 000	7 600	6 300	6207	ZZ	LLB	LLH	LLU
	80	21	1.5	0.5	33.5	19.1	3 400	1 950	13.1	8 800	10 000	7 300	6 000	6307	ZZ	LLB	LLH	LLU
	100	25	1.5	—	55.0	31.0	5 600	3 150	12.3	7 800	9 100	—	—	6407	—	—	—	—

1) Dimensión mínima permitida para el chaflán r.

Catálogo de bolas y de rodillos. Marca: NTN corporation

1.3 Barra freno

Rodamiento rígido de bolas

$C_r=1,9$

$n=800$

$P=68,6(N)$

d 10 ~ 20mm

Dimensiones principales				Capacidades básicas de carga				Factor	Velocidades límites				Números de rodamientos						
				dinámica		estática			r.p.m.		con sello de no contacto		con sello de bajo torque		con sello de contacto				
mm				kN		kgf		f ₀	grasa		aceite		LLH	LLU	tipo abierto	con tapas	con sello de no contacto	con sello de bajo torque	con sello de contacto
d	D	B	r _{max} ⁽¹⁾	C _r	C _{or}	C _r	C _{or}		tipo abierto ZZ	LLB	tipo abierto Z	LLB							
10	15	3	0.1	—	0.855	0.435	87	44	15.7	10 000	12 000	—	—	6700	—	—	—	—	—
	19	5	0.3	—	1.83	0.925	187	94	14.8	32 000	38 000	—	24 000	6800	ZZ	LLB	—	LLU	
	22	6	0.3	0.3	2.7	1.27	275	129	14.0	30 000	36 000	—	21 000	6900	ZZ	LLB	—	LLU	
	26	8	0.3	—	4.55	1.96	465	200	12.4	29 000	34 000	25 000	21 000	6000	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	30	9	0.6	0.5	5.10	2.39	520	244	13.2	25 000	30 000	21 000	18 000	6200	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	35	11	0.6	0.5	8.20	3.50	835	355	11.4	23 000	27 000	20 000	16 000	6300	ZZ	LLB	LLH	LLU	
12	18	4	0.2	—	0.930	0.530	95	54	16.2	8 300	9 500	—	—	6701	—	LLF	—	—	
	21	5	0.3	—	1.92	1.04	195	106	15.3	29 000	35 000	—	20 000	6801	ZZ	LLB	—	LLU	
	24	6	0.3	0.3	2.89	1.46	295	149	14.5	27 000	32 000	—	19 000	6901	ZZ	LLB	—	LLU	
	28	7	0.3	—	5.10	2.39	520	244	13.2	26 000	30 000	—	—	16001	—	—	—	—	
	28	8	0.3	—	5.10	2.39	520	244	13.2	26 000	30 000	21 000	18 000	6001	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	32	10	0.6	0.5	6.10	2.75	620	280	12.7	22 000	26 000	20 000	16 000	6201	ZZ	LLB	LLH	LLU	
15	37	12	1	0.5	9.70	4.20	990	425	11.1	20 000	24 000	19 000	15 000	6301	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	21	4	0.2	—	0.940	0.585	96	59	16.5	6 600	7 600	—	—	6702	—	LLF	—	—	
	24	5	0.3	—	2.08	1.26	212	128	15.8	26 000	31 000	—	17 000	6802	ZZ	LLB	—	LLU	
	28	7	0.3	0.3	3.65	2.00	375	204	14.8	24 000	28 000	—	16 000	6902	ZZ	LLB	—	LLU	
	32	8	0.3	—	5.60	2.83	570	289	13.9	22 000	26 000	—	—	16002	—	—	—	—	
	32	9	0.3	0.3	5.60	2.83	570	289	13.9	22 000	26 000	18 000	15 000	6002	ZZ	LLB	LLH	LLU	
17	35	11	0.6	0.5	7.75	3.60	790	365	12.7	19 000	23 000	18 000	15 000	6202	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	42	13	1	0.5	11.4	5.45	1 170	555	12.3	17 000	21 000	15 000	12 000	6302	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	23	4	0.2	—	1.00	0.660	102	67	16.3	5 000	6 700	—	—	6703	—	LLF	—	—	
	26	5	0.3	—	2.23	1.46	227	149	16.1	24 000	28 000	—	15 000	6803	ZZ	LLB	—	LLU	
	30	7	0.3	0.3	4.65	2.58	475	263	14.7	22 000	26 000	—	14 000	6903	ZZ	LLB	—	LLU	
	35	8	0.3	—	6.80	3.35	695	345	13.6	20 000	24 000	—	—	16003	—	—	—	—	
20	35	10	0.3	0.3	6.80	3.35	695	345	13.6	20 000	24 000	16 000	14 000	6003	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	40	12	0.6	0.5	9.60	4.60	980	465	12.8	18 000	21 000	15 000	12 000	6203	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	47	14	1	0.5	13.5	6.55	1 380	665	12.2	16 000	19 000	14 000	11 000	6303	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	62	17	1.1	—	22.7	10.8	2 320	1 100	11.1	14 000	16 000	—	—	6403	—	—	—	—	
	27	4	0.2	—	1.04	0.730	106	74	16.1	5 000	5 700	—	—	6704	—	LLF	—	—	
	32	7	0.3	0.3	4.00	2.47	410	252	15.5	21 000	25 000	—	13 000	6804	ZZ	LLB	—	LLU	
20	37	9	0.3	0.3	6.40	3.70	650	375	14.7	19 000	23 000	—	12 000	6904	ZZ	LLB	—	LLU	
	42	8	0.3	—	7.90	4.50	810	455	14.5	18 000	21 000	—	—	16004	—	—	—	—	
	42	12	0.6	0.5	9.40	5.05	955	515	13.9	18 000	21 000	13 000	11 000	6004	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	47	14	1	0.5	12.8	6.65	1 310	680	13.2	16 000	18 000	12 000	10 000	6204	ZZ	LLB	LLH	LLU	
	52	15	1.1	0.5	15.9	7.90	1 620	805	12.4	14 000	17 000	12 000	10 000	6304	ZZ	LLB	LLH	LLU	

1) Dimensión mínima permitida para el chaflán r.

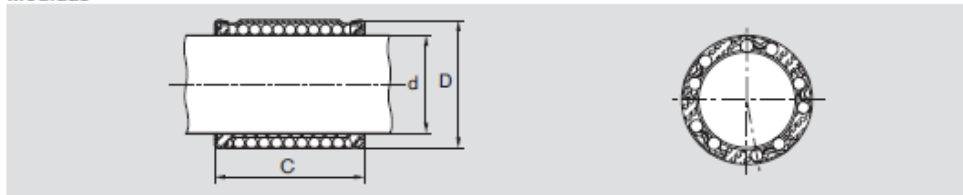
Catálogo de bolas y de rodillos. Marca: NTN corporation

1.4 Rodamiento lineal

f_H = factor de dureza, f_t =factor de temperatura, f_s = factor por carrera corta, f_L = factor de duración de vida

$$C_r = \frac{F_m}{f_H \cdot f_t \cdot f_s \cdot f_L} = \frac{300}{0,45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,62} = 1333(N)$$

Medidas



Medidas (mm)			Hileras de bolas	Juego radial (µm)		Capacidades de carga (N)							
Ø d	D	C		Eje/taladro		normal		inoxidable		inoxidable		inoxidable	
				eLINE h6/H7	Compacto h6/H7	min	din. C máx	estát. C ₀ min	estát. C ₀ máx	min	din. C máx	min	estát. C ₀ máx
8	10	24	4	+5 -18	+25 +2	500	580	300	500	350	410	280	400
10	17	26	5	+5 -18	+25 +2	600	720	410	600	420	500	330	480
12	19	28	5	+8 -24	+32 0	730	870	420	620	510	610	340	500
14	21	28	5	-	+32 0	760	900	430	630	530	630	340	500
16	24	30	5	+8 -24	+32 0	950	1120	500	730	660	780	400	580
20	28	30	6	+9 -25	+33 -1	1120	1410	610	900	780	990	480	720
25	35	40	6	+12 -24	+36 0	2330	2930	1310	1950	1630	2050	1050	1560
30	40	50	6	+12 -24	+36 0	3060	3250	1880	2790	2140	2700	1510	2230
40	52	60	6	+18 -25	+42 -1	5040	6380	3140	4650	3520	4470	2510	3720
50	62	70	6	-	+42 -1	5680	7180	3610	5350	3970	5030	2890	4280

Catálogo de sistemas de guiado en rodamientos lineales. Marca: Rexroth. Bosch group.

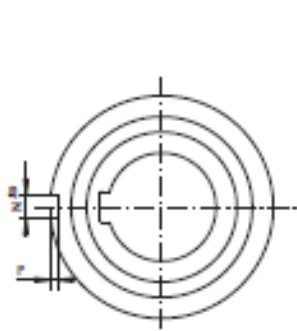
2. RUEDA LIBRE

2.1 Pies

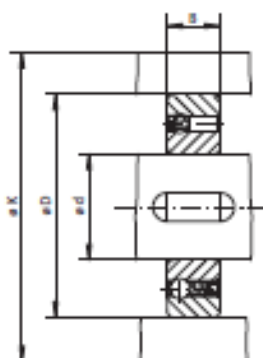
Ruedas libres incorporadas ZZ ... PP

para unión de chaveta en el aro exterior
con elementos de bloqueo y soporte propio

RINGSPANN®



52-1



87-2

Resistencia de acero Estructural (kg/cm²) No menor de 410	Intestador				Dimensiones						
	Por uso universal										
Resistencia	Por nominal kg/mm	Reduccion mm²/mm²	Capacidad de carga delaparte		Diametro d	E	D	E	N	F	Peso kg
			estriccion C N	estriccion C ₀ N	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
22 6200 mm	17	8400	7400	3400	15 ³	11	35	42	3	0.4	0.8
22 6200 mm	30	7350	7900	3800	17 ³	12	40	51	2	1.0	0.9
22 6200 mm	50	6000	6400	4500	20 ³	14	47	58	1	1.5	0.7
22 6200 mm	86	5200	10700	5500	25 ³	16	52	63	6	2.0	0.9
22 6200 mm	138	4200	11700	6500	30 ³	16	62	73	6	2.0	0.7
22 6200 mm	175	3600	12600	7300	35 ³	17	72	86	8	2.5	0.8
22 480 mm	325	3000	15500	12300	40	22	80	94	30	3.0	0.8

Los diámetros marcados en azul de los nudos libres de la tabla, están disponibles a corto plazo.

El par máximo transmisible es el doble del par nominal indicado. Véase la página 14 para la determinación del par de selección.

Rancho de chavita según DIN 6805, hoja 1 - Tolerancia del ancho de la ranura: 0/0.1.

Instrucciones de montaje

El par se transmite en los aos exterior e interior mediante una chaveta. Para la transmisión de los pares indicados en la tabla, el ao exterior debe ubicarse en una carcasa con un diámetro exterior K. La carcasa debe ser de acero o de fundición grs de la calidad mínima GG-20. Para utilizar otros materiales para la carcasa o diámetros exteriores inferiores, rogamos consulte al par correspondiente. La tolerancia del diámetro del alojamiento D en la carcasa debe ser ISO H6, la tolerancia del eje debe ser ISO h6.

Las temperaturas admisibles de funcionamiento de la rueda libre es de +5 °C a +60 °C. Póngase en contacto con nosotros si la temperatura es diferente a los valores indicados.

Lubricación

Las ruedas libres se suministran provistas de grasa.

Ejemplo de pedido

Rueda libre ZZ 6205 PP tipo estándar:

- ZT 6205 PP

Catálogo de ruedas libres. Marca: Ringspann

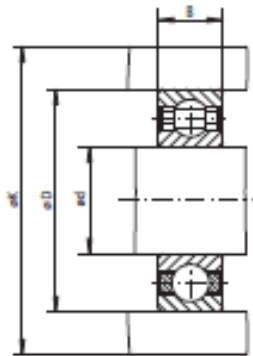
2.2 Brazos

$n=1000$ (rpm)

Ruedas libres incorporadas ZZ

para unión por ajuste a presión en el aro exterior
con elementos de bloqueo y soporte propio

RINGSPANN



83-1

Sección de eje interior al anillo	Selección				Dimensiones					
	Para uso universal									
Rueda libre	Par nominal M_N Nm	Revoluciones máx. min ⁻¹	Capacidad de carga del eje		Diámetro d	B	D	K	Peso	
			diámetro C N	estático C_0 N	mm	mm	mm	mm	kg	
ZZ 8	2,5	15000	3200	860	8	9	22	27	0,03	
ZZ 6201	9,3	10000	6100	2700	12	10	32	39	0,04	
ZZ 6202	26,0	9400	9400	3700	15	13	35	42	0,06	
ZZ 6203	34,0	8200	7250	4550	17	12	40	51	0,08	
ZZ 6204	65,0	6800	10000	6300	20	14	47	58	0,12	
ZZ 6205	80,0	5600	11000	7900	25	15	52	62	0,15	
ZZ 6206	170,0	4000	15000	10000	30	16	62	73	0,25	
ZZ 6207	175,0	3600	12500	7300	35	17	72	85	0,30	
ZZ 40	325,0	3000	15500	12250	40	22	80	94	0,50	

■ Los diámetros marcados en azul de las ruedas libres de la tabla, estarán disponibles a corto plazo.
El par máximo transmisible es el doble del par nominal indicado. Véase la página 14 para la determinación del par de selección.

Instrucciones de montaje

El par se transmite en los aros exterior e interior mediante la fijación a presión. Para la transmisión de los pares indicados en la tabla, el aro exterior debe ubicarse en una carcasa con un diámetro exterior K. La carcasa debe ser de acero o de fundición gris de la calidad mínima GG-20. Para utilizar otros materiales para la carcasa o diámetros exteriores inferiores, rogamos consulte el par correspondiente.

La tolerancia del diámetro del alojamiento D en la carcasa debe ser ISO N6, la tolerancia del eje debe ser ISO n6.

La temperatura de servicio admisible de la rueda libre es de -40° C a 80° C.

Lubricación

Para las condiciones normales de funcionamiento las ruedas libres se suministran provistas de grasa. Sin embargo, también pueden conectarse a la lubricación de aceite existente del diente, lo cual es especialmente recomendable para revoluciones elevadas.

Ejemplo de pedido

Rueda libre ZZ 6202 tipo estándar.
• ZZ 6202

Catálogo de ruedas libres. Marca: Ringspann

3. CORREA DENTADA

Sincrónica.

La correa seleccionada es la 2250-5M-9

Longitud= 2250 (mm) paso= 5 ancho de la correa= 9 (mm) relación de velocidad= 1



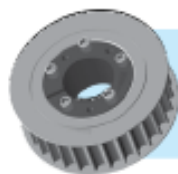
CORREAS 5M (PASO 5mm)			
Referencia	Nº. de Dientes	Longitud (mm)	Pulg.
350-5M-9	70	350	13,78
350-5M-15	70	350	13,78
350-5M-25	70	350	13,78
375-5M-9	75	375	14,76
375-5M-15	75	375	14,76
375-5M-25	75	375	14,76
400-5M-9	80	400	15,75
400-5M-15	80	400	15,75
400-5M-25	80	400	15,75
425-5M-9	85	425	16,73
425-5M-15	85	425	16,73
425-5M-25	85	425	16,73
450-5M-9	90	450	17,72
450-5M-15	90	450	17,72
450-5M-25	90	450	17,72
475-5M-9	95	475	18,70
475-5M-15	95	475	18,70
475-5M-25	95	475	18,70
500-5M-9	100	500	19,69
500-5M-15	100	500	19,69
500-5M-25	100	500	19,69
535-5M-9	107	535	21,06
535-5M-15	107	535	21,06
535-5M-25	107	535	21,06
565-5M-9	113	565	22,24
565-5M-15	113	565	22,24
565-5M-25	113	565	22,24
600-5M-9	120	600	23,62
600-5M-15	120	600	23,62
600-5M-25	120	600	23,62
635-5M-9	127	635	25,00
635-5M-15	127	635	25,00
635-5M-25	127	635	25,00
670-5M-9	134	670	26,38
670-5M-15	134	670	26,38
670-5M-25	134	670	26,38
710-5M-9	142	710	27,95
710-5M-15	142	710	27,95
710-5M-25	142	710	27,95
740-5M-9	148	740	29,13
740-5M-15	148	740	29,13
740-5M-25	148	740	29,13
800-5M-9	160	800	31,50
800-5M-15	160	800	31,50
800-5M-25	160	800	31,50
835-5M-9	167	835	32,87
835-5M-15	167	835	32,87
835-5M-25	167	835	32,87

CORREAS 5M (PASO 5mm)			
Referencia	Nº. de Dientes	Longitud (mm)	Pulg.
850-5M-9	170	850	33,46
850-5M-15	170	850	33,46
850-5M-25	170	850	33,46
890-5M-9	178	890	35,04
890-5M-15	178	890	35,04
890-5M-25	178	890	35,04
950-5M-9	190	950	37,40
950-5M-15	190	950	37,40
950-5M-25	190	950	37,40
1000-5M-9	200	1000	39,37
1000-5M-15	200	1000	39,37
1000-5M-25	200	1000	39,37
1050-5M-9	210	1050	41,34
1050-5M-15	210	1050	41,34
1050-5M-25	210	1050	41,34
1125-5M-9	225	1125	44,29
1125-5M-15	225	1125	44,29
1125-5M-25	225	1125	44,29
1195-5M-9	239	1195	47,05
1195-5M-15	239	1195	47,05
1195-5M-25	239	1195	47,05
1270-5M-9	254	1270	50,00
1270-5M-15	254	1270	50,00
1270-5M-25	254	1270	50,00
1420-5M-9	284	1420	55,91
1420-5M-15	284	1420	55,91
1420-5M-25	284	1420	55,91
1595-5M-9	319	1595	62,80
1595-5M-15	319	1595	62,80
1595-5M-25	319	1595	62,80
1690-5M-9	338	1690	66,54
1690-5M-15	338	1690	66,54
1690-5M-25	338	1690	66,54
1790-5M-9	358	1790	70,47
1790-5M-15	358	1790	70,47
1790-5M-25	358	1790	70,47
1895-5M-9	379	1895	74,61
1895-5M-15	379	1895	74,61
1895-5M-25	379	1895	74,61
2000-5M-9	400	2000	78,74
2000-5M-15	400	2000	78,74
2000-5M-25	400	2000	78,74
2250-5M-9	450	2250	88,58
2250-5M-15	450	2250	88,58
2250-5M-25	450	2250	88,58
2525-5M-9	505	2525	99,41
2525-5M-15	505	2525	99,41
2525-5M-25	505	2525	99,41

Catálogo de transmisiones por correas dentadas de tiempo y sincrónicas. Marca: Intermecc

4. POLEA DENTADA

Paso= 5 dientes= 64



**TABLA DE DIAMETROS DE POLEAS
DENTADAS PARA CORREAS SINCRÓNICAS**

Dientes	Diámetro exterior en milímetros			
	5M Paso 5mm	8M Paso 8mm	14M Paso 14mm	20M Paso 20mm
15	22,73	36,81		
16	24,32	39,36		
17	25,92	41,91		
18	27,51	44,45	77,56	
19	29,10	47,00	82,00	
20	30,69	49,54	86,47	
21	32,28	52,00	90,93	
22	33,87	54,64	95,37	135,76
23	35,47	57,20	99,83	142,12
24	37,06	59,74	104,29	148,49
25	38,65	62,28	108,75	154,85
26	40,24	64,85	113,20	161,22
27	41,83	67,39	117,66	167,59
28	43,42	70,08	122,12	173,95
29	45,01	72,62	126,57	180,32
30	46,61	75,13	130,99	186,69
31	48,20	77,65	135,46	193,05
32	49,79	80,16	139,88	199,42
33	51,38	82,68	144,35	205,78
34	52,97	85,22	148,79	212,15
35	54,56	87,76	153,24	218,52
36	56,16	90,30	157,68	224,88
37	57,75	92,85	162,13	231,25
38	59,34	95,39	166,60	237,61
39	60,93	97,94	171,02	243,98
40	62,52	100,49	175,49	250,35
41	64,11	103,03	179,92	256,71
42	65,71	105,58	184,37	263,08
43	67,30	108,13	188,83	269,45
44	68,89	110,67	193,28	275,81
45	70,48	113,22	197,74	282,18
46	72,07	115,77	202,20	288,54
47	73,66	118,31	206,65	294,91
48	75,25	120,86	211,11	301,28
49	76,85	123,41	215,57	307,64
50	78,44	125,95	220,02	314,01
51	80,03	128,50	224,48	320,38
52	81,62	131,05	228,94	326,74
53	83,21	133,59	233,39	333,11
54	84,80	136,14	237,85	339,47
55	86,40	138,68	242,30	345,84
56	87,99	141,23	246,76	352,21
57	89,58	143,78	251,22	358,57

Dientes	Diámetro exterior en milímetros			
	5M Paso 5mm	8M Paso 8mm	14M Paso 14mm	20M Paso 20mm
58	91,17	146,32	255,67	364,94
59	92,76	148,87	260,13	371,30
60	94,35	151,42	264,59	377,67
61	95,94	153,96	269,04	384,04
62	97,54	156,51	273,50	390,40
63	99,13	159,06	277,95	396,77
64	100,72	161,60	282,41	403,14
65	102,31	164,15	286,87	409,50
66	103,90	166,70	291,32	415,87
67	105,49	169,24	295,78	422,23
68	107,09	171,79	300,24	428,60
69	108,68	174,34	304,69	434,97
70	110,27	176,88	309,15	441,33
71	111,86	179,43	313,61	447,70
72	113,45	181,97	318,06	454,07
73	115,04	184,52	322,52	460,43
74	116,63	187,07	326,97	466,80
75	118,23	189,61	331,43	473,16
76	119,82	192,16	335,89	479,53
77	121,41	194,71	340,34	485,90
78	123,00	197,25	344,80	492,26
79	124,59	199,81	349,26	498,63
80	126,18	202,35	353,71	504,99
81	127,78	204,89	358,17	511,36
82	129,37	207,44	362,63	517,73
83	130,96	209,99	367,08	524,09
84	132,55	212,53	371,54	530,46
85	134,14	215,08	375,99	536,83
86	135,73	217,63	380,45	543,19
87	137,32	220,17	384,91	549,56
88	138,92	222,72	389,36	555,92
89	140,51	225,27	393,82	562,29
90	142,10	227,81	398,28	568,66
91	143,69	230,36	402,73	575,02
92	145,28	232,90	407,19	581,39
93	146,87	235,45	411,64	587,76
94	148,47	238,00	416,10	594,12
95	150,06	240,54	420,56	600,49
96	151,65	243,09	425,01	606,85
97	153,24	245,64	429,47	613,22
98	154,83	248,18	433,93	619,59
99	156,42	250,73	438,38	625,95
100	158,01	253,28	442,84	632,32

Catálogo de transmisiones por correas dentadas de tiempo y sincrónicas. Marca: Intermecc

5. TORNILLOS

Tornillos para aceros. De alta resistencia ya que están sometidos a fatiga. 8.8 Categoría A.

Resistencia. Límite a tracción última 800 (N/mm²)

$$\text{Cortante} \quad F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot A_s}{1,5}$$

$$\text{Tracción} \quad F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot A_s}{1,5}$$

-TR M4 (5) cortante= 16 (KN) tracción= 24,1 (KN)

-TR M5 (10) cortante= 25,1 (KN) tracción= 37,7 (KN)

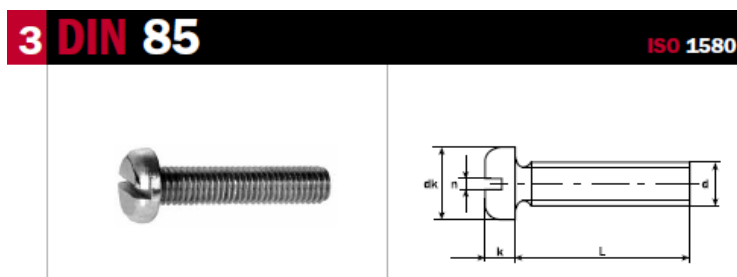
-TR M5 (14) cortante= 25,1 (KN) tracción= 37,7 (KN)

-TR M5 (20) cortante= 25,1 (KN) tracción= 37,7 (KN)

-TR M8 (10) cortante= 64,3 (KN) tracción= 96,5 (KN)

-TR M8 (12) cortante= 64,3 (KN) tracción= 96,5 (KN)

Los esfuerzos máximos que soportan los tornillos son valores muy altos, que nuestros esfuerzos no superan.



Slotted pan head screws
Vis à tête cylindrique fendue

Tornillos de cabeza cilíndrica redondeada y ranurada

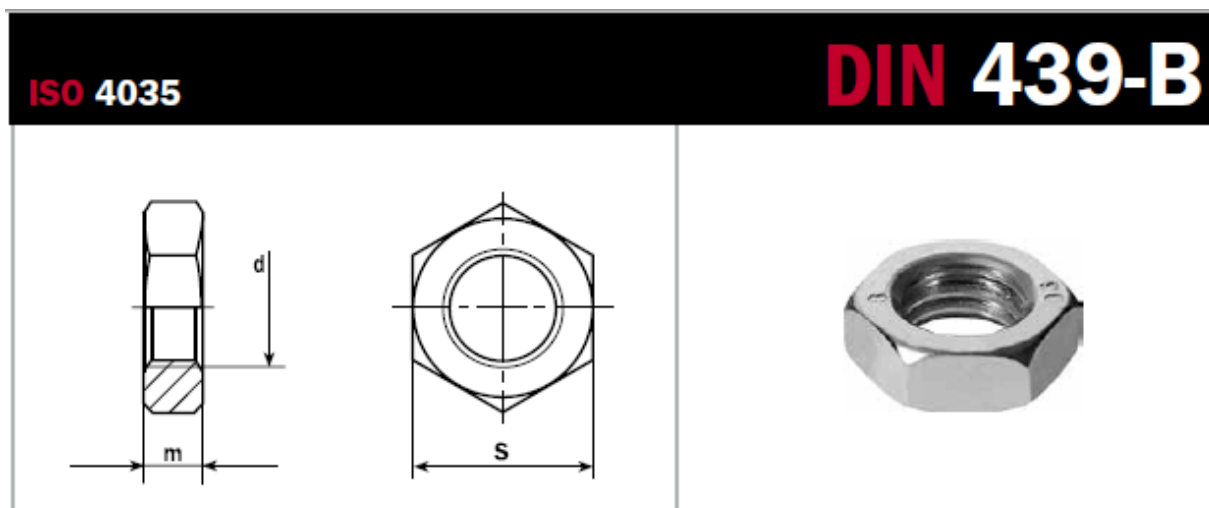
d	M3	M4	M5	M6	M8
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25
dk	6	8	10	12	16
k	1,8	2,4	3	3,6	4,8
n	0,8	1,2	1,2	1,6	2

L\dt: Peso/Weight 1000 ud. kg					
4	0,503				
5	0,548	1,160			
6	0,591	1,240	2,270		
8	0,680	1,390	2,520	4,020	
10	0,768	1,550	2,760	4,370	9,380
12	0,856	1,700	3,000	4,720	10,00
14	0,945	1,860	3,250	5,100	10,60
16	1,030	2,010	3,500	5,450	11,20
18	1,120	2,170	3,750	5,790	11,90
20	1,210	2,320	4,000	6,140	12,60
22	1,300	2,480	4,250	6,490	13,20
25	1,430	2,710	4,620	7,010	14,10
28	1,560	2,940	5,000	7,530	15,00
30	1,650	3,100	5,240	7,900	15,70
35		3,480	5,860	8,760	17,30
40		3,870	6,480	9,660	18,90

Catalogo general. Marca: Fator

6. TUERCAS

Tuerca de alta resistencia MR8



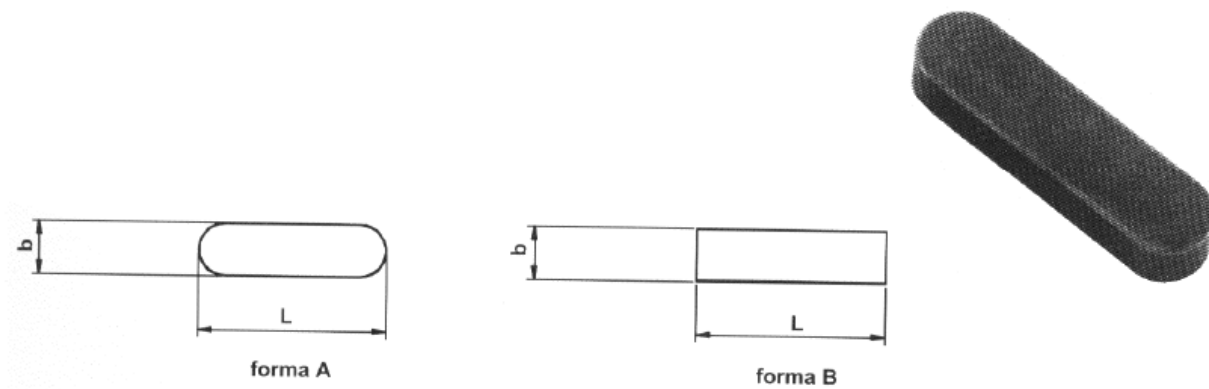
Hexagon thin nuts
Ecrous hexagonaux bas

Tuercas hexagonales bajas

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14
P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
m	1,8	2,2	2,7	3,2	4	5	6	7
s	5,5	7	8	10	13	17/16*	19/18*	22/21*

Catalogo general. Marca: Fator

7. CHAVETAS



b ^{h9} x h ^{h11}	L mm																				Chavetero		
																					t ₁	d+t ₂	
3 x 3	8	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50				1,8	d+1,4
4 x 4	8	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50				2,5	d+1,8
5 x 5	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50	55	56	60	70	3	d+2,3
6 x 6	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50	55	56	60	70	80	3,5	d+2,8
8 x 7	18	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50	55	56	60	63	70	80	90	100	110	4	d+3,3
10 x 8	20	22	25	28	30	32	35	36	40	45	50	55	56	60	63	70	80	90	100	110	120	5	d+3,3
12 x 8	25	28	30	32	35	36	40	45	50	55	56	60	63	70	80	90	100	110	120	130	140	5	d+3,3

Acero C45 con R 590 (N)

Se ha elegido el mismo tipo de chaveta para todos los chaveteros ya que la resistencia de la misma es suficiente para los esfuerzos requeridos.

8. CREMALLERA

Dentado recto $F_{tv} = m \cdot a$ $F_{tv} = 115 \cdot 9,81 = 1128,15(N)$ $F_{vc} = F_{tv} \cdot F_s$ $F_{vc} = 1128,15 \cdot 1,5 = 1692,22 (N)$

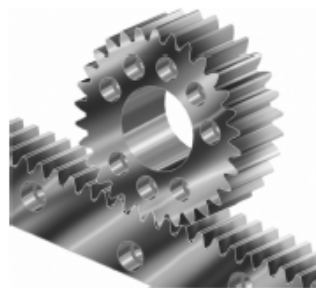
Introducimos en una tabla la fuerza vertical corregida y obtenemos el módulo de la cremallera y la fuerza tangencial máxima.

M2 y $F_{tan \text{ máx}} = 3100 (N)$

$$M = \frac{140 \cdot 1692,22}{2000} = 118,45 (Nm)$$

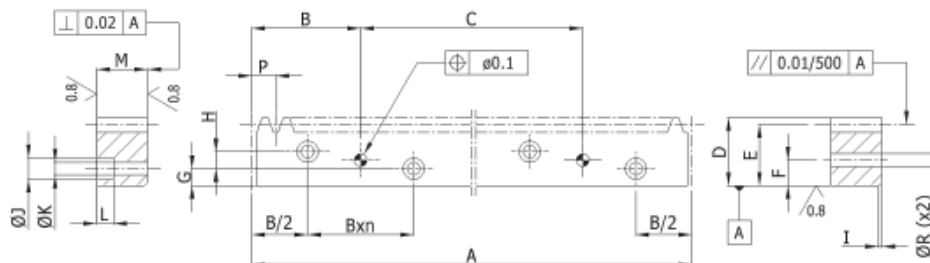
CREMALLERA DENTADO RECTO

Tipo **CKR-CT**



- Ángulo de presión: 20°.
- Z = Número de dientes.

- Ejemplo de pedido: CKR-I-CTZ-0300/0500.



Denominación	Módulo	P	Z	A	B	C	D	E	F
200/0500	2	6,28	80	502,65	62,83	377,0	26	24 ^{+0,02} _{-0,07}	9,5
200/1000	2	6,28	160	1005,31	62,83	879,6	26	24 ^{+0,02} _{-0,07}	9,5
200/1500	2	6,28	240	1507,96	62,83	1382,3	26	24 ^{+0,02} _{-0,07}	9,5
300/0500	3	9,42	54	508,94	63,62	381,7	35	32 ^{+0,02} _{-0,07}	11,25
300/1000	3	9,42	108	1017,88	63,62	890,6	35	32 ^{+0,02} _{-0,07}	11,25
300/1500	3	9,42	162	1526,81	63,62	1399,6	35	32 ^{+0,02} _{-0,07}	11,25
400/0500	4	12,57	40	502,65	62,83	377,0	45	41 ^{+0,02} _{-0,07}	14

Catálogo de transmisiones por cremallera piñón. Marca: Koom

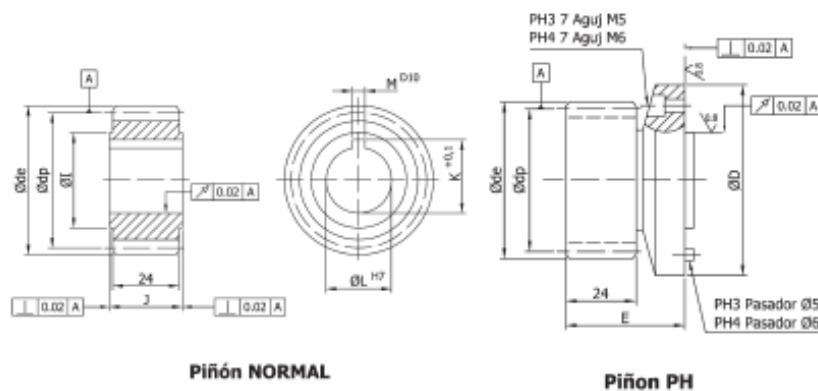
9. PIÑÓN

Número de dientes $z=32$

PIÑÓN DENTADO RECTO $m = 2$

Tipo **PKR-200**

- Material: 18NiCrMo5 (UNE F 1540). Dientes cementado templado **HRc 58+62**.
- Precisión dentado: Clase 6 **DIN 3962**, Acabado dientes (Ra): 0,8.
- Ángulo de presión: 20°.
- Ejemplo de pedido: **PKR-III-200-24/ PH3**



Para dimensiones de la norma **ISO 9409** ver página 70

Z	de	dp	Piñón PH3		Piñón PH4		Piñón NORMAL				
			D	E	D	E	L ¹⁰	M ^{Ø10}	I	J	K ^{±0,1}
24	52	48	40	42	63	46	16	5	40	26	17,7
26	56	52	40	42	63	46	22	6	44	26	24,2
28	60	56	40	42	63	46	22	6	48	26	24,2
30	64	60	40	42	63	46	22	6	52	26	24,2
32	68	64	40	42	63	46	32	10	56	26	34,4

Catálogo de transmisiones por cremallera piñón. Marca: Koom

10. ELECTROIMÁN

10.1 Piernas

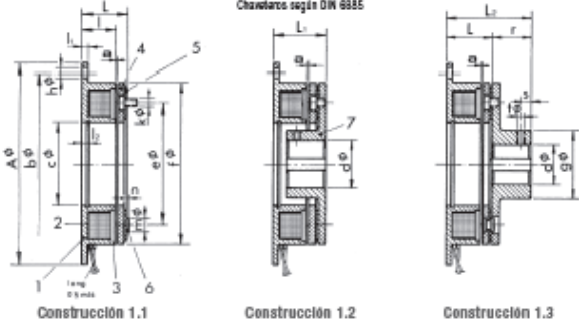
$$\text{Par necesario} = m \cdot a \cdot \frac{d}{2} = 70 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,03}{2} = 10,29(\text{Nm})$$

$$\text{Par corregido} = 15,45 \cdot \text{FS} = 10,29 \cdot 1,5 = 15,43 (\text{Nm})$$

Por lo que seleccionamos el electroimán de par máximo 20.

FRENOS ELECTROMAGNÉTICOS - MONODISCO DE PLANO SINGULAR Tipo FAE

Características y dimensiones



TAMAÑO	0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Par máx.	0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Revoluciones por minuto	10.000	8.750	7.000	5.500	4.400	3.500	2.750	2.200	1.750	1.400
Consumo de la bobina (20° C)	8	10	12	15	22	28	38	48	60	70
Masa Constr. 1.1	0,12	0,20	0,30	0,50	1	1,70	3,20	6,30	11,70	19,30
Masa Constr. 1.2 - 1.3	0,14	0,23	0,40	0,70	1,30	2,40	4,70	9,30	17,20	28,50
J Constr. 1.1	0,043	0,091	0,37	1,10	3,75	11,70	40,80	118	353	1012
J Constr. 1.2 - 1.3	0,061	0,137	0,58	1,83	5,67	16,70	58	171	475	1410
Entrehierro "cola a"	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,8
A	54	65	80	100	125	150	190	230	290	355
L	22,8	25,2	22	24,7	28	31	35	41,5	48	60
L ₁	25,4	28,2	25,5	28,7	33	37	42	50,5	59	73
L ₂	34,8	37,2	37	44,7	53	61	73	89,5	103	124
b	47	58	72	90	112	137	175	215	270	335
c	19	25	35	42	52	62	80	100	125	160
d*	-	-	-	10	10	14	19	24	32	38
d máx.	10	15	15	25	30	40	50	70	80	120
e	30	38	48	60	78	95	120	158	210	250
f	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
g	17	24	27	37	42	52	65	83	105	148
h	4 x 3,4	4 x 3,4	4 x 4,5	4 x 5,5	4 x 6,5	4 x 6,5	4 x 9	4 x 9	4 x 11	8 x 11
k	3 x M3	3 x M3	3 x M3	3 x M4	3 x M5	3 x M6	3 x M6	3 x M10	4 x M12	4 x M16
l	20	22	18	20	22	24	28	30	35	44
l ₁	2	2	2,5	2,5	3	4	5	5	8	8
l ₂	3	3,2	3,5	4,3	5	5,5	8	7	8	9
m	3 x 5	3 x 5	3 x 8	3 x 7	3 x 9	3 x 10	3 x 13	3 x 16	4 x 18	4 x 24
n	1,5	1,5	1,5	1,7	2,1	2,5	3	6,5	8	10
r	12	12	15	20	25	30	38	48	55	64
s	5	5	5	8	8	10	10	15	20	25
t	M4	M4	M4	M5	M5	M6	M6	M8	M10	M12

Se conecta a la pantalla para que el usuario pueda regular la fuerza que realiza.

Catálogo de frenos electromagnéticos. Marca: Eide

10.2 Brazos

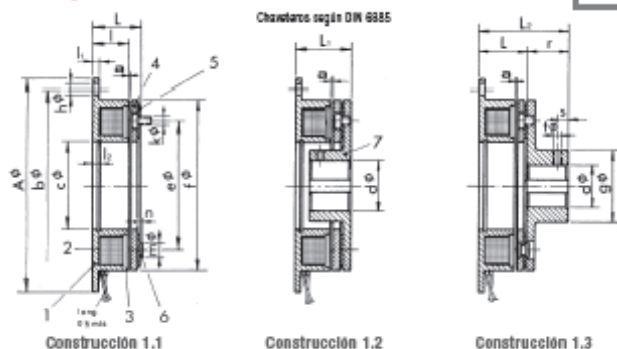
$$\text{Par necesario} = m \cdot a \cdot \frac{d}{2} = 40 \cdot 9,8 \cdot \frac{0,01}{2} = 1,96(\text{Nm})$$

$$\text{Par corregido} = 15,45 \cdot F_S = 1,96 \cdot 1,5 = 2,94 (\text{Nm})$$

Por lo que seleccionamos el electroimán de par máximo 40.

FRENOS ELECTROMAGNÉTICOS - MONODISCO DE PLANO SINGULAR Tipo FAE

Características y dimensiones



TAMAÑO	0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Par máx. da. Nm.	0,15	0,25	0,75	1,5	3	6	12	20	45	70
Revoluciones por minuto n	10.000	8.750	7.000	5.500	4.400	3.500	2.750	2.200	1.750	1.400
Consumo de la bobina (20° C) Watts	8	10	12	15	22	28	38	48	60	70
Masa Constr. 1.1 kg	0,12	0,20	0,30	0,50	1	1,70	3,20	6,30	11,70	19,30
Masa Constr. 1.2 - 1.3 kg	0,14	0,23	0,40	0,70	1,30	2,40	4,70	9,30	17,20	28,50
J Constr. 1.1 kg cm²	0,043	0,091	0,37	1,10	3,75	11,70	40,80	118	353	1012
J Constr. 1.2 - 1.3 kg cm²	0,061	0,137	0,58	1,83	5,67	16,70	58	171	475	1410
Entrehierro "cota a"	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,8
A	54	65	80	100	125	150	190	230	290	355
L	22,8	25,2	22	24,7	28	31	35	41,5	48	60
L ₁	25,4	28,2	25,5	28,7	33	37	42	50,5	59	73
L ₂	34,8	37,2	37	44,7	53	61	73	89,5	103	124
b	47	58	72	90	112	137	175	215	270	335
c	19	28	35	42	52	62	80	100	125	160
d*	-	-	-	10	10	14	19	24	32	38
d máx.	10	15	15	25	30	40	50	70	80	120
e	30	38	48	60	78	95	120	158	210	250
f	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
g	17	24	27	37	42	52	65	83	105	148
h	4 x 3,4	4 x 3,4	4 x 4,5	4 x 5,5	4 x 6,5	4 x 6,5	4 x 9	4 x 9	4 x 11	8 x 11
k	3 x M3	3 x M3	3 x M3	3 x M4	3 x M5	3 x M6	3 x M6	3 x M10	4 x M12	4 x M16
l	20	22	18	20	22	24	28	30	35	44
l ₁	2	2	2,5	2,5	3	4	5	5	6	8
l ₂	3	3,2	3,5	4,3	5	5,5	6	7	8	9
m	3 x 5	3 x 5	3 x 6	3 x 7	3 x 9	3 x 10	3 x 13	3 x 16	4 x 18	4 x 24
n	1,5	1,5	1,5	1,7	2,1	2,5	3	6,5	8	10
r	12	12	15	20	25	30	38	48	55	64
s	5	5	5	6	6	10	10	15	20	25
t	M4	M4	M4	M5	M5	M6	M6	M8	M10	M12

Se conecta a la pantalla para que el usuario pueda regular la fuerza que realiza.

Catálogo de frenos electromagnéticos. Marca: Eide

11. MOTOR

$$P = M \cdot w = F \cdot \frac{d}{2} \cdot w = 1176 \cdot 0,05 \cdot 22,2 = 1305(W)$$

$$P = 1,3(KW)$$

$$n = 764 \text{ (rpm)}$$

Velocidad síncrona 1.500 rpm. 4 polos													Freno V		
Tipo	P kW	P CV	n rpm	In 230 V	η %	Cos φ	Mn Nm	Ma/Mn	Ia/In	CP μF	J kgm ²	m kg	Tipo	PAR Nm	POTENCIA W
56 A	0,06	0,08	1360	0,80	0,40	0,97	0,42	1,76	1,60	6,3	1,17	4,4	V56	3	25
56 B	0,09	0,12	1350	0,93	0,43	0,94	0,64	1,17	1,37	6,3	1,17	4,4	V56	3	25
63 A	0,12	0,17	1350	1,40	0,45	0,91	0,85	1,30	2,00	8,0	2,60	6,4	V63	4	25
63 B	0,18	0,25	1350	1,70	0,51	0,93	1,27	1,10	1,76	10,0	2,60	6,4	V63	4	25
71 A	0,25	0,33	1380	2,50	0,52	0,87	1,73	1,05	2,46	14,0	6,76	9	V71	14	30
71 B	0,37	0,5	1360	3,40	0,57	0,85	2,60	0,70	2,33	16,0	7,82	9	V71	14	30
80 A	0,55	0,75	1380	4,20	0,64	0,89	3,81	0,61	2,61	16,0	14,23	13,4	V80	20	45
80 B	0,75	1	1380	5,20	0,66	0,94	5,19	0,56	2,70	20,0	18,45	14,3	V80	20	45
90 SA	1,1	1,5	1380	8,00	0,69	0,9	7,61	0,56	2,63	25,0	19,65	17,8	V90	20	45
90 LA	1,5	2	1350	10,50	0,69	0,9	10,61	0,60	2,58	36,0	23,40	20,2	V90	20	45
90 LB	1,8	2,5	1340	12,50	0,68	0,9	12,83	0,50	2,30	36,0	25,53	21	V90	20	45
100 LA	2,2	3	1360	13,40	0,73	0,96	15,45	0,76	2,60	60,0	41,56	26,8	V100	35	55

12. REDUCTOR

Velocidad de entrada $n_1 = 1500(\text{rpm})$

$D = 50(\text{mm})$

Relación = 7



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Contacte con nosotros 902 50 36 80
Horario comercial de 8:15 h a 19:00 h
(Lunes a Jueves)
8:30 h a 14:30 h (Viernes)
cidepa@cidepa-sincron.com

CRO-2.2 1/7 10 D50



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Referencia	CRO-2.2 1/7 10 D50
CV Instalados	10,00
Kw Instalados	7,50
Relación	7
Accionamiento	Eje libre
Montaje	Patas
RPM entrada	1.500
Diámetro eje salida	50
Tamaño	2
Factor de servicio	3,02
Par nominal Kpm	34,52
RPM salida	207,46
Relación exacta	7,23
Número de trenes	2
Peso	50,00 Kg.

Marca: Cidepa

13. TAPIZ

Banda Tapiz Circle M-7 SERIES E TYPE Cinta de Correr

Detalles de las principales características técnicas de nuestras bandas tapiz para cintas de correr

ESPEJOR ELEGIDO	2.1 MM	3.8 MM
Diámetro mínimo de rodillos	30 mm	60 mm
Amortiguación	buena	muy buena
Coefficiente de fricción	medio	alto
Resistencia a la temperatura	-10 /+60	-10 /+60
Color	Negro	Negro
Cobertura superior	PVC	PVC

Ya que el ancho es mucho más grande que el que se busca y en el mercado no existe ningún ancho que se adapte a las necesidades de la máquina, se procederá a manipularlo para cortarlo y dividirlo en dos cintas más estrechas.

Marca: Lifefitness

ANEXO II

CÁLCULOS Y DIAGRAMAS

INDICE

1. AGARRE ESQUÍ	56
2. BARRA	59
3. BARRA BASTONES	61
4. BARRA CINTA	63
5. BARRA DELANTERA	66
6. BARRA FRENO	68
7. BARRA FRENO DISCO	70
8. BARRA TRASERA BASTONES	72
9. BASTÓN	75
10. BOTA	77
11. FRENO DISCO	81
12. EJE MOTOR	82
13. ESQUÍ	84
14. GUÍA BASTÓN	85
15. PATAS T	87
16. PATAS D	89
17. UNIÓN BARRAS	91
18. UNIÓN BASTÓN	94

Para el diseño de la geometría de las piezas, se han hecho los cálculos manuales de resistencia y del factor de seguridad y se han comparado con una simulación mediante el software SolidWorks. Además se han hecho los cálculos de deformación obteniendo la flecha máxima y también se han comparado estos valores con los obtenidos en el estudio del Solidworks.

No en todos los casos ha sido posible la realización de los cuatro procedimientos debido a la geometría de las piezas.

El cálculo estático tanto manual como el de la simulación se han realizado con el método de las tensiones de Von Mises basado en la máxima energía de distorsión. Y posteriormente el factor de seguridad se ha logrado utilizando el diagrama de Soderberg.

Para obtener el factor de seguridad se comparará la sollicitación de cargas con la resistencia.

Para la resistencia partimos de el valor del la tensión de rotura a tracción y lo dividimos entre dos. A continuación lo multiplicamos por una serie de coeficientes.

K_a : factor de acabado superficial

K_b : factor de tamaño

K_c : factor de tipo de esfuerzo

K_d : factor de temperatura

K_e : factor de confiabilidad

K_f : factor de entalla

$$\sigma_f = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot \frac{1}{k_f} \cdot 0,5 \cdot \sigma_R$$

Se impone un valor mínimo del factor de seguridad de 1,5 y se intenta alejarse lo mínimo posible de este límite para no sobredimensionar las piezas.

Para el cálculo de la deformación se han utilizado dos métodos dependiendo de la geometría de la pieza y de la distribución de cargas.

Para cargas simples se ha comparado la pieza con patrones obtenidos de un prontuario y para distribuciones más complejas se han realizado los cálculos siguiendo el método de castigliano.

Los valores obtenidos por el SW son solamente orientativos.

1. AGARRE ESQUÍ

La función de la siguiente pieza es la de unir el esquí a la cinta. Para ello contiene una rosca en la parte inferior de tamaño M4x0,7 en la que se introduce un tornillo que deja la cinta atrapada.

Por la geometría de la pieza no se pueden hacer los cálculos manuales por lo que se ha procedido a hacer una simulación mediante el software SolidWorks.

Tras la simulación se obtiene un factor de seguridad de 47. La pieza está sobredimensionada, pero su geometría se ha determinado por las necesidades del diseño.

A continuación se muestra el diagrama que representa los diferentes factores de seguridad a lo largo de la pieza

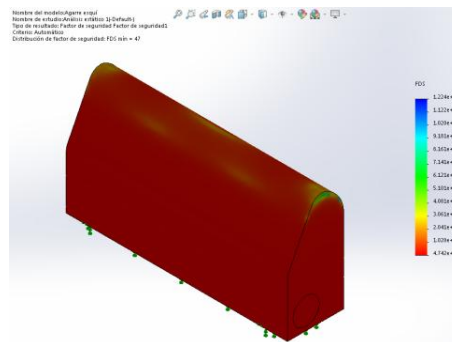


Diagrama 1. FS agarre esquí.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

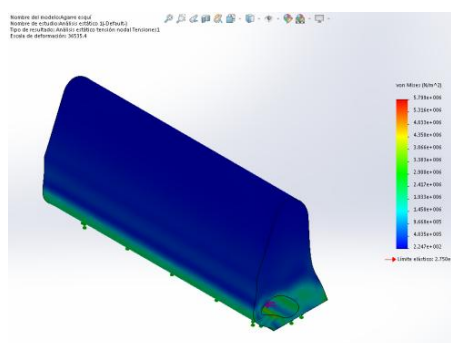


Diagrama 2. Tensiones VM agarre esquí.

Además, se ha realizado un diagrama de desplazamiento estatico

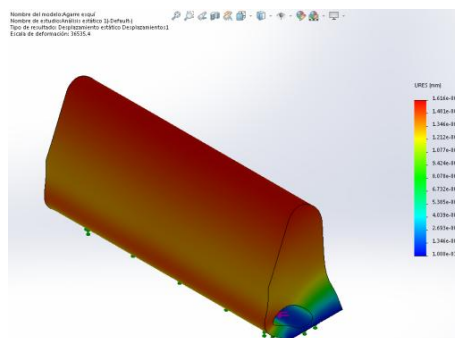


Diagrama 3. Desplazamiento agarre esquí.

Desplazamiento máximo SW= $1,6 \cdot 10^{-4}$ (mm)

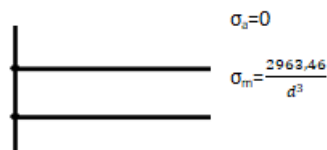
2. BARRA

La siguiente pieza es la que hace de soporte para la parte delantera de la cinta y para la barra de los bastones.

Se ha hecho un cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Flector=290,95 (Nm)

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{2963,46}{d^3}$$



Suponemos Ø30 K_b=0,85

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 199,75 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{199,75 \cdot 10^6}{\frac{124,77}{d^3}}$$

d=28,12 que aproximamos a **30(mm)**

Además se ha simulado mediante el software solidworks y para un diámetro de 30 (mm) se logra un factor de seguridad de 2,5. Por lo que se dan los cálculos por buenos.

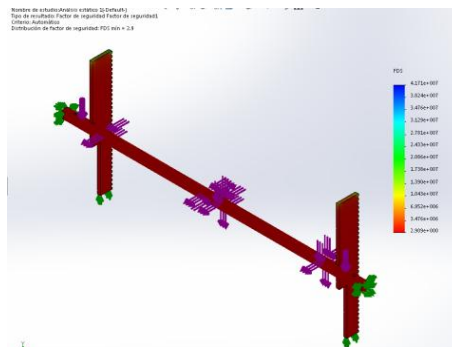


Diagrama 4. FS barra.

El estudio de resistencia lo hemos comprobado mediante el cálculo de tensiones por el método de Von Mises y se ha obtenido el siguiente diagrama.

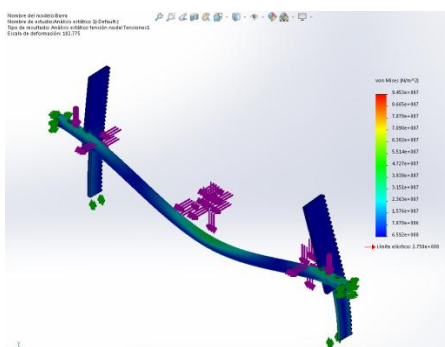


Diagrama 5. Tensiones VM barra.

También se ha hecho un estudio de deformación, mediante el cual se han obtenido los siguientes resultados.

$$Y_1 = \frac{Fa}{24EI} (3L^2 - 4a^2) = \frac{196 \cdot 90}{24 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi}{64} 30^4} (3 \cdot 738^2 - 4 \cdot 90^2) = 0,00581(mm)$$

$$Y_2 = \frac{931 \cdot 90}{24 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi}{64} 30^4} (3 \cdot 738^2 - 4 \cdot 440^2) = 0,0301(mm)$$

$$Y_{\text{máx}} = 0,0359(mm)$$

Finalmente se han cotejado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

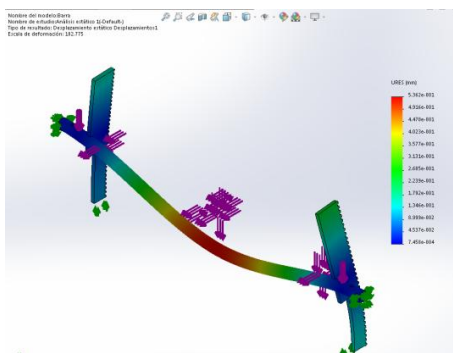


Diagrama 6. Desplazamientos barra.

Desplazamiento máximo SW = $5,3 \cdot 10^{-2}(mm)$

3. BARRA BASTONES

La siguiente pieza hace de soporte para la guía por la que se mueven los bastones.

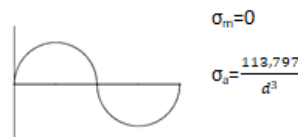
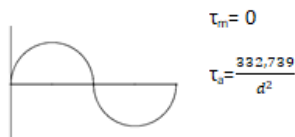
Se ha hecho un cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados

Punto crítico: Cortante=196 (N)

Flector= 16,66 (Nm)

$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{332,739}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{113,797}{d^3}$$



Despreciamos la cortadura

Suponemos $\emptyset 10(\text{mm})$ $K_b=1$

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{235 \cdot 10^6}{\frac{113,797}{d^3}}$$

$d=8,98$ que aproximamos a **10 (mm)**

Además se ha simulado mediante el software solidworks y para un diámetro de 10 (mm) se logra un factor de seguridad de 1,3. Por lo que finalmente el diámetro será de 15 (mm) con un FS de 4.

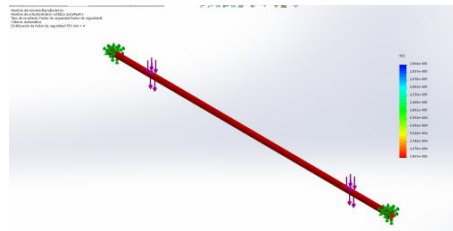


Diagrama 7. FS barra bastones.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

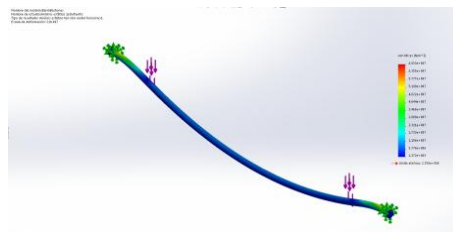


Diagrama 8. Tension VM barra bastones.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{\text{máx}} = \frac{F \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2) = \frac{196 \cdot 62}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 15^4} (3 \cdot 894^2 - 4 \cdot 62^2) = \mathbf{11,701 \text{ (mm)}}$$

Para terminar se han comparado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

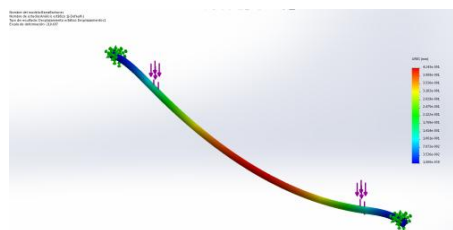


Diagrama 9. Desplazamientos barra bastones.

Desplazamiento máximo SW=4(mm)

4. BARRA CINTA

La siguiente pieza sirve para mantener la tensión de la cinta.

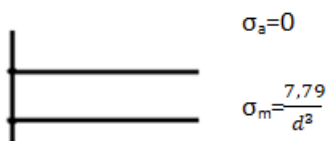
Se ha hecho un cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Axil=98 (N) Flector= 12,25 (N/m)

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{\frac{\pi}{4}d^2} = \frac{124.77}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64}d^4} = \frac{7.79}{d^3}$$

Despreciamos el axil ya que en presencia del flector es insignificante.



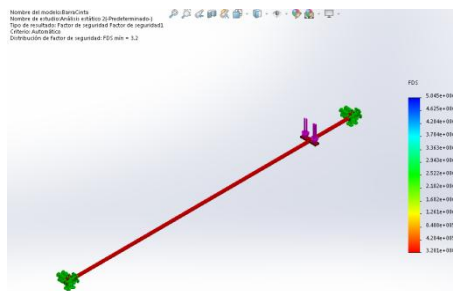
Suponemos $\emptyset 15$ $K_b=1$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0.93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0.5 \cdot 470 = 218.55 \text{ (MPa)}$$

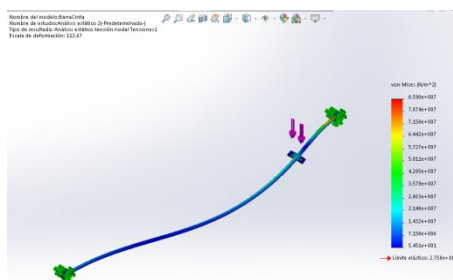
$$1.5 = \frac{218.55 \cdot 10^6}{\frac{7.798}{d^3}}$$

$d=12.3$ que aproximamos a **15(mm)**

Mediante el software solidworks y para un diámetro de 10 (mm) se logra un factor de seguridad de 25. Al no coincidir los resultados se han repasado ambos procedimientos y se ha llegado a la conclusión de que la simulación no representa la verdadera distribución de cargas correctamente.



Factor de seguridad barra cinta (poco fiable)



Tensión de VM barra cinta (poco fiable)

Para el estudio de la deformación se han calculado por separado el axil y el flector tratándolos como esfuerzos independientes.

Axil: Determinamos el desplazamiento a lo largo de la barra.

$$d = \frac{T}{Y} \cdot d = \frac{\frac{98}{\pi \cdot 7,5^2}}{2,1 \cdot 10^5} \cdot 1541 = 0,0407 \text{ (mm)}$$

Flector: Obtenemos la fórmula de un prontuario para determinar la flecha máxima.

$$y_{max} = \frac{Fb^2a^3}{3EI(L + 2a)^2} = \frac{13,179}{26613,5} = 0,495 \text{ (mm)}$$

5. BARRA DELANTERA

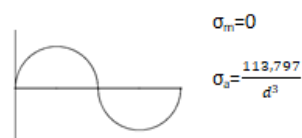
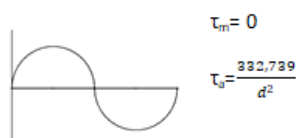
La siguiente pieza hace de soporte para la guía por la que se mueven los bastones. Se ha hecho un cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados

Punto crítico: Cortante=68,6 (N)

Flector= 5,6252(Nm)

$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{116,45}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{57,29}{d^3}$$



Despreciamos la cortadura

Suponemos $\emptyset 10(\text{mm})$ $K_b=1$

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{235 \cdot 10^6}{\frac{57,29}{d^3}}$$

$d=7,15$ que aproximamos a **10 (mm)**

Además se ha simulado mediante el software solidworks y para un diámetro de 10 (mm) se logra un factor de seguridad de 1,7. Por lo que damos por bueno el resultado

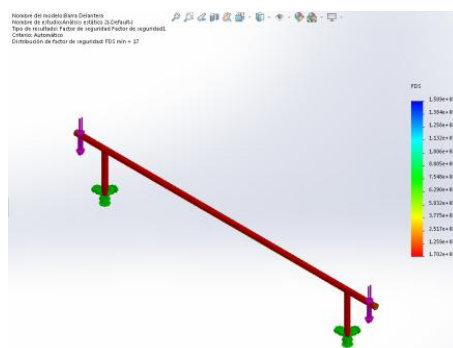


Diagrama 10. FS barra delantera.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

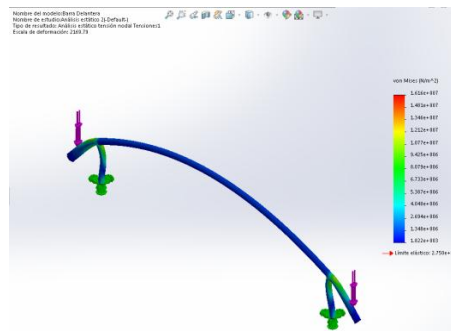


Diagrama 11. Tensión de VM barra delantera.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$y_{m\acute{a}x} = -\frac{M \frac{L^2}{4}}{6EI} \left(\frac{25}{4} \right) = 1,37(mm)$$

Para terminar se han comparado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

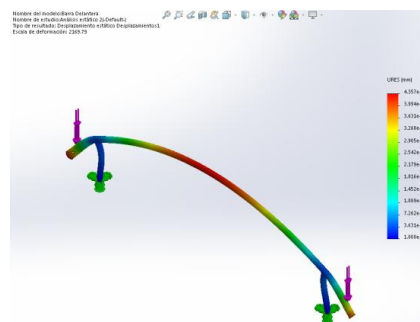


Diagrama 12. Desplazamientos barra delantera.

Desplazamiento máximo SW= 4,3(mm)

6. BARRA FRENO

La siguiente pieza es el soporte del freno y del electroimán de los bastones.

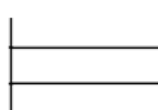
Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Cortante=68,6 (N)

Flector= 4,116 (Nm)

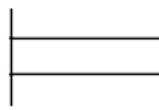
$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{116,45}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{41,92}{d^3}$$



$$\tau_m = \frac{116,45}{d^2}$$

$$\tau_s = 0$$



$$\sigma_m = \frac{41,92}{d^3}$$

$$\sigma_s = 0$$

Despreciamos la cortadura

Suponemos $\varnothing 10(\text{mm})$ $K_b=1$

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{235 \cdot 10^6}{\frac{41,92}{d^3}}$$

$d = 6,44$ que aproximamos a **10 (mm)**

Mediante el SW y para un diámetro de 10 (mm) se logra un factor de seguridad de 6,5 por lo que los resultados son aptos.

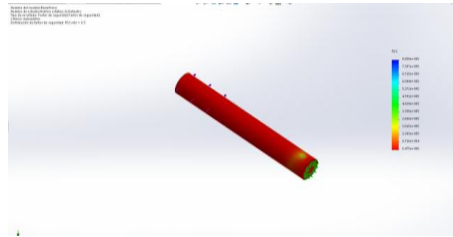


Diagrama 13. FS barra freno.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

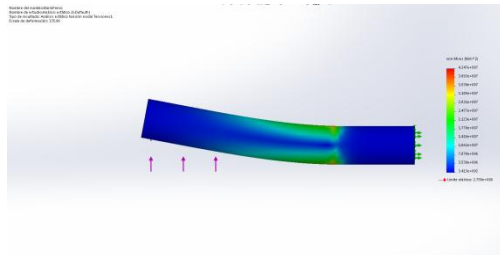


Diagrama 14. Tensión VM barra freno.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} = \frac{68,6 \cdot 110^3}{3 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 10^4 \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 0,2952 \text{ (mm)}$$

Para terminar se han comparado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

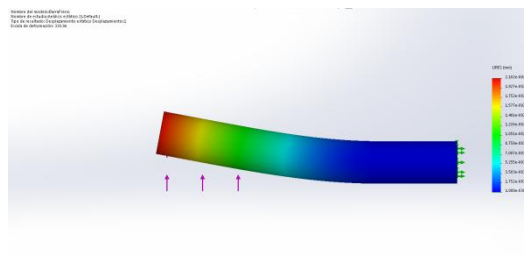


Diagrama 15. Tensión VM barra freno.

Desplazamiento máximo SW=2·10⁻¹(mm)

7. BARRA FRENO DISCO

La siguiente pieza sirve de soporte para la correa dentada y hace la función de entrehierro del electroimán.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Cortante=68,6 (N) Flector= 4,116 (Nm) Torsor= 23,52 (Nm)

$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{116,45}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{41,92}{d^3}$$

$$\tau_{tor} = \frac{M_t \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{32} d^4} = \frac{119,78}{d^3}$$



Suponemos $\varnothing 10(\text{mm})$

$\tau_a = 59,89 \text{ (MPa)}$ $\tau_m = 59,89 \text{ (MPa)}$ $\sigma_m = 41,92 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_y + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_y - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{yz}^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$$

$\sigma_{eq}^m = 116,61 \text{ (MPa)}$ $\sigma_{eq}^a = 103,73 \text{ (MPa)}$

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_m^s = \frac{235}{\frac{103,73}{116,61} + \frac{235}{275}} = 134,74 \text{ (MPa)}$$

$$Fs = \frac{235}{134,74} = 1,74$$

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} = \frac{68,6 \cdot 70^3}{3 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 10^4 \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 9,46 \cdot 10^{-3} \text{ (mm)}$$

8. BARRA TRASERA

Sobre la barra trasera se apoya la parte de detrás de la cinta.

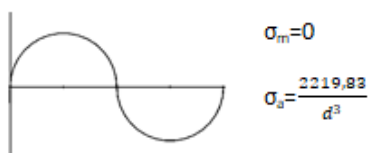
Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Flector $x=217,7$ (Nm)

Flector $y=10,04$ (Nm)

$$M_f = \sqrt{217,7^2 + 10,04^2} = 217,93 \text{ (Nm)}$$

$$\sigma_{flex} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{2219,83}{d^3}$$



Suponemos $\varnothing 30$ $K_b=0,85$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 199,75 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{199,75 \cdot 10^6}{\frac{2219,83}{d^3}}$$

$d=25,54$ que aproximamos a **30(mm)**

Mediante el SW y para un diámetro de 30 (mm) se logra un factor de seguridad de 1,4 por lo que los resultados son aptos.

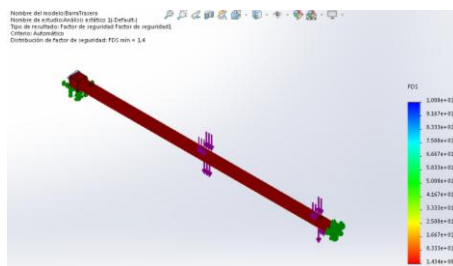


Diagrama 16. FS barra trasera.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

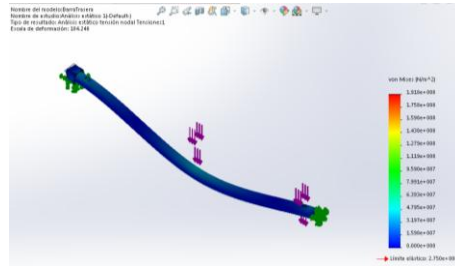


Diagrama 17. Tensión VM barra trasera.

El cálculo de las deformaciones se ha realizado mediante el teorema de Castigliano.

$$M_1 = M_A + \frac{QL}{2}$$

$$M_2 = M_A + \frac{QL}{2} - F_1(L - A) - Q(L - A)$$

$$M_3 = M_A + \frac{QL}{2} - F_1(L - A) - Q(L - A) - F_2(L - B)$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta U}{\delta Q} &= \frac{1}{EI} \left[\int_0^A \left(M_0 + \frac{QL}{2} \right) \frac{1}{2} dL \right. \\ &+ \int_A^B \left(\left(M_0 + \frac{QL}{2} - F_1(L - A) - Q(L - A) \right) \left(\frac{1}{2} - (L - A) \right) \right) dL \\ &\left. + \int_B^C \left(\left(M_0 + \frac{QL}{2} - F_1(L - A) - Q(L - A) \right) - F_2(L - B) \right) \left(\frac{1}{2} - (L - A) \right) - (L - B) \right] \end{aligned}$$

Q=0

$$\begin{aligned} y &= \frac{1}{EI} \left[\frac{M_0}{2} A + M_0 B - F_1 AB - \frac{1}{2} F_1 B^2 + M_0 A + \frac{3}{2} F_1 A^2 - \frac{1}{2} F_2 C + 2F_2 C^2 - F_2 CA - F_2 BC \right. \\ &\quad \left. - 2C^2 F_2 + \frac{1}{2} F_2 B + F_2 BA + 2F_2 B^2 \right] \end{aligned}$$

$y_{\text{máx}} = 3,78(\text{mm})$

Para terminar se han comparado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

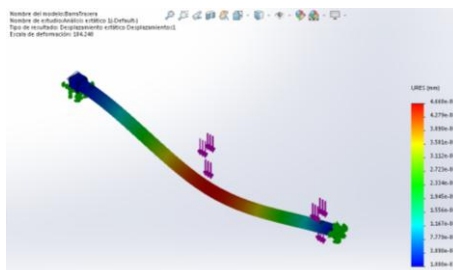


Diagrama 18. Desplazamientos barra trasera.

Desplazamiento máximo SW= $4,6 \cdot 10^{-1}$ (mm)

9. BARRA TRASERA BASTONES

Sobre la barra trasera de bastones se apoya las guías por la que se mueven los bastones.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{332,73}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{87,84}{d^3}$$

Despreciamos la cortadura

Suponemos $\varnothing 10(\text{mm})$ $K_b=1$

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{235 \cdot 10^6}{\frac{87,84}{d^3}}$$

$d=8,246$ que aproximamos a **10 (mm)**

Mediante el SW y para un diámetro de 10 (mm) se logra un factor de seguridad de 6,3 por lo que los resultados son correctos.

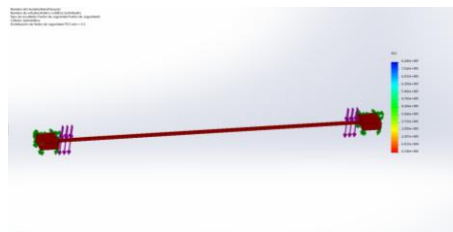


Diagrama 19. FS barra trasera bastones.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.



Diagrama 20. Tensión de VM barra trasera bastones.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{F \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2) = \frac{196 \cdot 62}{24 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 10^4} (3 \cdot 828^2 - 4 \cdot 44^2) = \mathbf{10,06 \text{ (mm)}}$$

Para terminar se han comparado los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

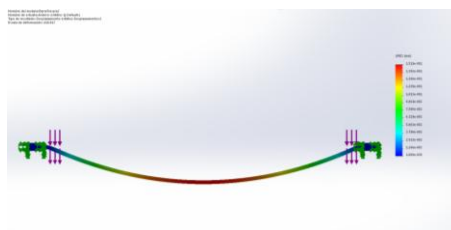


Diagrama 21. Deformación barra bastones.

Desplazamiento máximo SW= $1,51 \cdot 10^1$ (mm)

10. BASTÓN

El bastón es la pieza sobre la que el usuario hace fuerza con los brazos.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Cortante=251,97 (N)

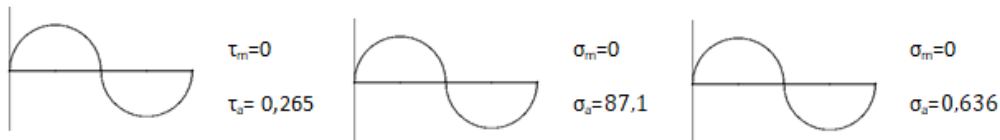
Flector= 420 (Nm)

Axil= 300,29 (N)

$$\tau_{ciz} = \frac{3}{2} \frac{F}{\pi(R^2 - r^2)} = 0,265(MPa)$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{D}{2}}{\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)} = 87,1(MPa)$$

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)} = 0,636(MPa)$$



$$\sigma_f = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot \frac{1}{k_f} \cdot \sigma'_f$$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1 + 0,72(1,9 - 1)} \cdot 0,5 \cdot 470 = 119,78 (MPa)$$

$$Fs = \frac{119,78}{87,1} = 1,38$$

Mediante el SW y para un diámetro exterior de **35 (mm)** y uno interior de **18 (mm)** se logra un factor de seguridad de 1,8 por lo que los resultados son correctos.

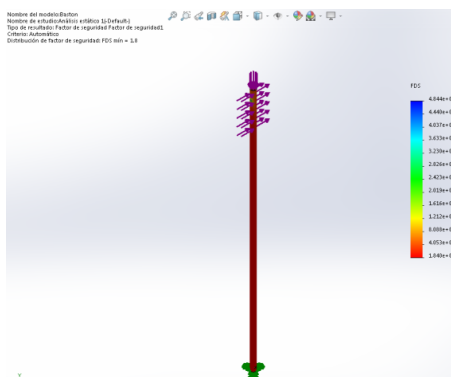


Diagrama 22. FS bastón.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

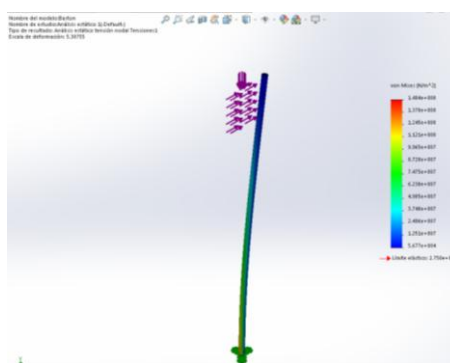


Diagrama 23. Tensión VM bastón.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{m\acute{a}x} = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I} = \frac{252 \cdot 1700^3}{3 \cdot \frac{\pi}{64} (35^4 - 18^4) \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 28,68 \text{ (mm)}$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

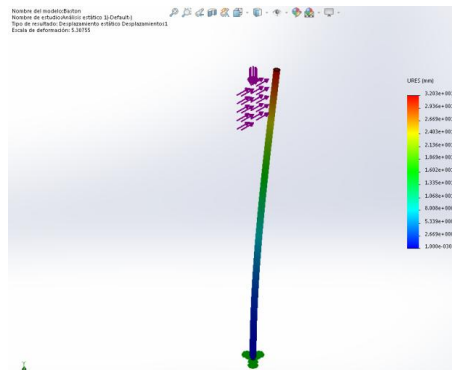


Diagrama 24. Desplazamientos bastón.

Desplazamiento máximo $SW=3,2$ (mm)

Además, por su geometría esbelta, a esta pieza se le ha sometido a un estudio de pandeo obteniendo como resultado el siguiente diagrama

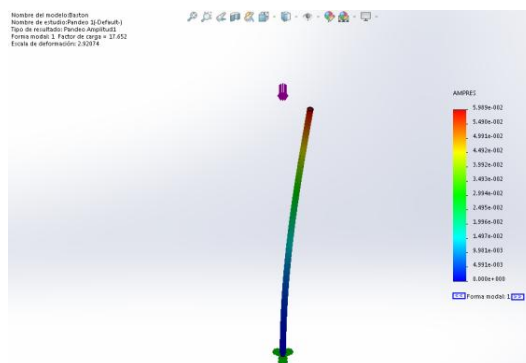


Diagrama 25. Pandeo bastón.

11.BOTA

La siguiente pieza sirve como apoyo para los pies del usuario, logrando que queden bien sujetos al esquí.

Por la geometría de la pieza no se pueden hacer los cálculos manuales por lo que se ha procedido a hacer una simulación mediante el software SolidWorks.

Obtenemos un factor de seguridad de 1,6.

A continuación se muestra el diagrama que representa los diferentes factores de seguridad a lo largo de la pieza

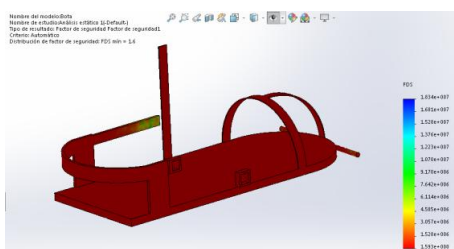


Diagrama 26. FS bota.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

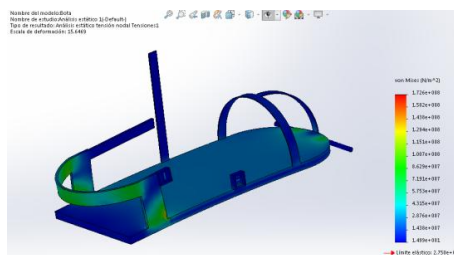


Diagrama 27. Tensiones VM bota.

Además, se ha realizado un diagrama de desplazamiento estatico

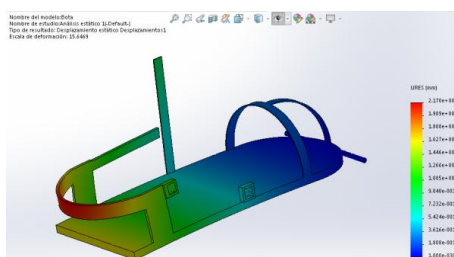


Diagrama 28. Desplazamiento bota.

Desplazamiento máximo SW=2,1 (mm)

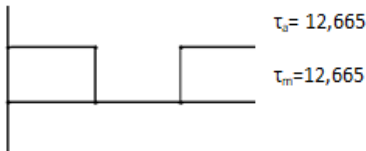
12. FRENO DISCO

El freno disco funcione de entrehierro para el electroimán encargado de ejercer la resistencia de las piernas.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Torsor= 686 (Nm)

$$\tau_{tor} = \frac{M_t \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{32} d^4} = 25,33(MPa)$$



$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_y + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_y - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{yz}^2}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$$

$$\tau_{eq}^m = 21,93 (MPa) \quad \tau_{eq}^a = 21,93(MPa)$$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,82 \cdot 0,577 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1 + 0,82(1,4 - 1)} \cdot 0,5 \cdot 470 = 83,72(MPa)$$

$$\sigma_m^s = \frac{83,72}{1 + \frac{83,72}{275}} = 62,07 (MPa)$$

$$Fs = \frac{62,07}{21,93} = 2,83$$

Se calcula el ángulo de deformación mediante la siguiente fórmula.

$$\theta = \frac{TL}{GI} = \frac{686 \cdot 0,030}{8,5 \cdot 10^{10} \cdot \frac{\pi}{32} \cdot (0,044^4 - 0,037^4)} = 0,00131(rad)$$

13.EJE MOTOR

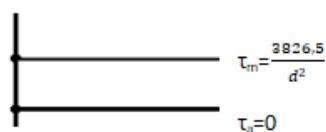
El siguiente eje va conectado a la salida del reductor del motor y hace de soporte principal del peso de la estructura y del usuario. Con su giro se consigue el aumento de la inclinación de la cinta.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Cortante=2254 (N) Flector= 1347,68 (Nm)

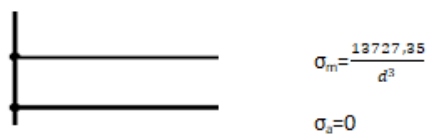
$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{3826,5}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{13727,35}{d^3}$$



$$\tau_m = \frac{3826,5}{d^2}$$

$$\tau_a = 0$$



$$\sigma_m = \frac{13727,35}{d^3}$$

$$\sigma_a = 0$$

Despreciamos el esfuerzo cortante porque en presencia del flector es insignificante.

Suponemos $\varnothing 50$ $K_b=0,8$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 188(MPa)$$

$$1,5 = \frac{188 \cdot 10^6}{\frac{13727,35}{d^3}}$$

$d=47,84$ que aproximamos a **50 (mm)**

Mediante el SW y para un diámetro de 50 (mm) se logra un factor de seguridad de 1,9 por lo que los resultados son correctos.



Diagrama 29. FS eje motor.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

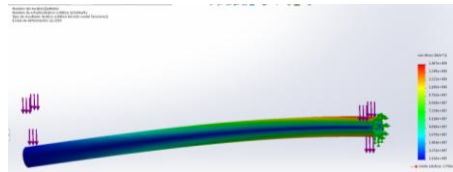


Diagrama 30. Tensión de VM eje motor.

La siguiente formula utilizada para el cálculo de la deformación se ha obtenido de un prontuario.

$$Y_1 = \frac{F \cdot b^2}{6EI} (2b + 3a) = \frac{1578 \cdot 780^2}{6 \cdot 2,5 \cdot 10^5 \frac{\pi}{64} 50^2} (2 \cdot 780 + 3 \cdot 20) = 6,548(mm)$$

$$Y_2 = \frac{F \cdot b^2}{6EI} (2b + 3a) = \frac{675 \cdot 25^2}{6 \cdot 2,5 \cdot 10^5 \frac{\pi}{64} 50^2} (2 \cdot 25 + 3 \cdot 775) = 1,103(mm)$$

$$Y_{\text{máx}} = 7,651(mm)$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

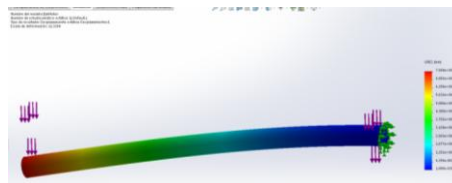


Diagrama 31. Desplazamientos eje motor.

$$\text{Desplazamiento máximo SW} = 7,5 \cdot 10^{-1}(mm)$$

14.ESQUÍ

La pieza llamada esquí trata de simular la geometría de un esquí de fondo y va unida a la cinta mediante el agarre del esquí.

Por la geometría de la pieza no se pueden hacer los cálculos manuales por lo que se ha procedido a hacer una simulación mediante el software SolidWorks.

Obtenemos un factor de seguridad de 1,6

A continuación se muestra el diagrama que representa los diferentes factores de seguridad a lo largo de la pieza.

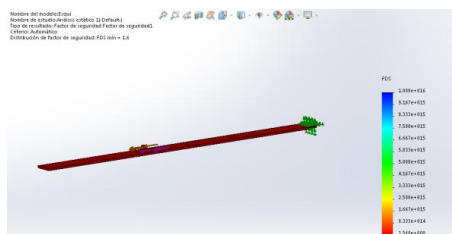


Diagrama 32. FS esquí.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

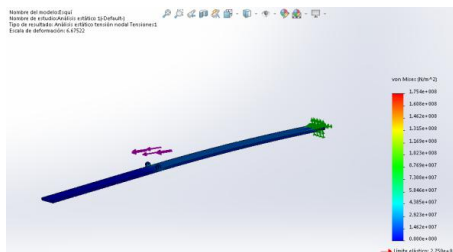


Diagrama 33. Tensiones VM esquí.

Además, se ha realizado un diagrama de desplazamiento estático.

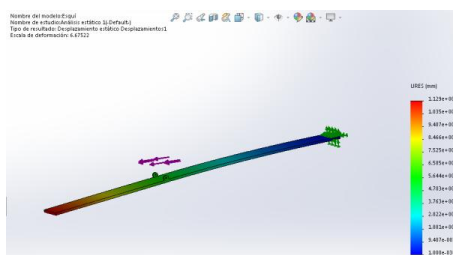


Diagrama 34. Desplazamiento esquí.

Desplazamiento máximo SW=1,2·10¹(mm)

15. GUÍA BASTÓN

La siguiente pieza es una barra sobre la que desliza la unión del bastón.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Cortante=392 (N)

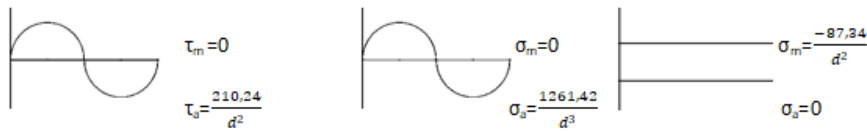
Flector= 123,8 (Nm)

Axil= 68,6 (N)

$$\tau_{ciz} = \frac{4}{3} \frac{F}{\pi d^2} = \frac{210,24}{d^2}$$

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{1261,42}{d^3}$$

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{-87,34}{d^2}$$



El axil se desperdicia porque es un esfuerzo constante y el esfuerzo de cortadura porque en presencia del flector es insignificante.

$$\sigma_f = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot \frac{1}{k_f} \cdot \sigma'_f$$

Suponemos $\varnothing 25(\text{mm})$ por lo que K_b es 0,87

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 204,45 \text{ (MPa)}$$

$$1,5 = \frac{204,45 \cdot 10^6}{\frac{1261,42}{d^3}}$$

$d=20,99$ que aproximamos a **25(mm)**

Mediante el SW y para un diámetro de 20 (mm) se logra un factor de seguridad de 1,8 por lo que el diámetro será de 20 (mm).

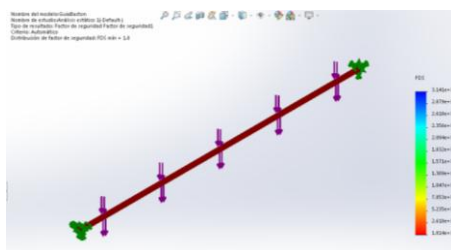


Diagrama 35. FS guía bastón.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

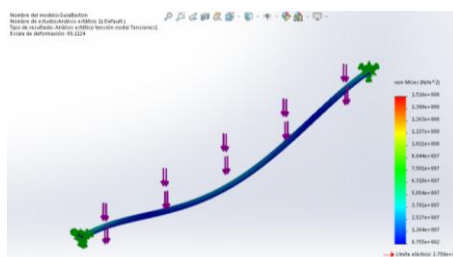


Diagrama 36. Tensión de VM guía bastón.

La siguiente fórmula para calcular la flecha máxima se ha extraído de un prontuario.

$$Y_{\max} = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{392 \cdot 1263^3}{48 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 25^4 \cdot 2,1 \cdot 10^5} = 4,09 \text{ (mm)}$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

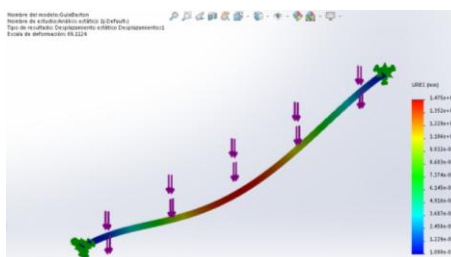


Diagrama 37. Desplazamientos guía bastón.

Desplazamiento máximo SW= 1,47(mm)

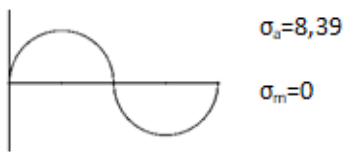
16.PATA T

La siguiente pieza sirve de soporte para la barra trasera sobre la que se apoya la cinta.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Axil= 1345 (N)

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{A} = \frac{1345}{(0,093 \cdot b - 0,089 \cdot (b - 0,004))}$$



Suponemos **b=0,03(mm)**

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235(MPa)$$

$$\sigma_{ax} = 28(MPa)$$

$$Fs = \frac{235}{28} = 8,39$$

Tras la simulación se obtiene un factor de seguridad de 8,39 . La pieza está sobredimensionada, pero su geometría se ha determinado por las necesidades del diseño.

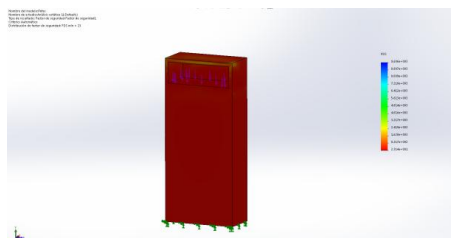


Diagrama 38. FS pata T.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

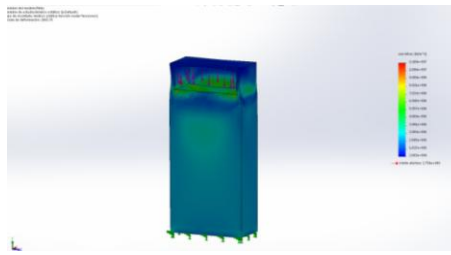


Diagrama 39. Tensión de VM pata T.

Se calcula la deformación lineal.

$$d = \frac{T}{Y} L = \frac{1345/476}{2,1 \cdot 10^5} 190 = 0,0025(mm)$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

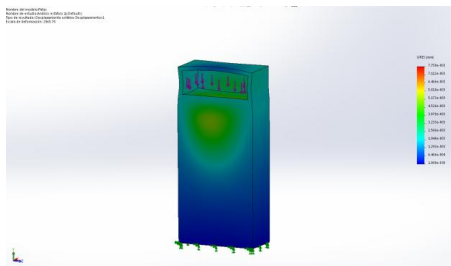


Diagrama 40. Tensión de VM pata T.

Desplazamiento máximo SW= $1,7 \cdot 10^{-3}$ (mm)

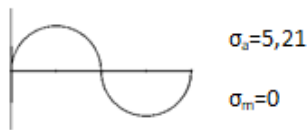
17.PATA D

La siguiente pieza sirve de soporte para la barra trasera sobre la que se apoya la guía del bastón.

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

Punto crítico: Axil= 196 (N)

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{A} = \frac{196}{(0,083 \cdot b - 0,079 \cdot (b - 0,004))}$$



Suponemos **b=0,015(mm)**

$$\sigma_f = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 235(MPa)$$

$$\sigma_{ax} = 5,21(MPa)$$

$$Fs = \frac{235}{5,21} = 45,1$$

Tras la simulación se obtiene un factor de seguridad de 45,1 . La pieza está sobredimensionada, pero su geometría se ha determinado por las necesidades del diseño.

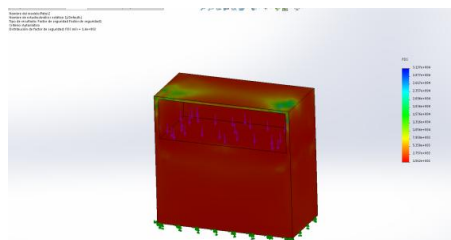


Diagrama 41. FS pata D.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

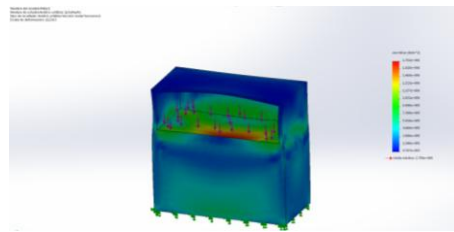


Diagrama 42. Tensión de VM pata D.

Se calcula la deformación lineal.

$$d = \frac{T}{Y} L = \frac{196/376}{2,1 \cdot 10^5} 63 = 0,0001(mm)$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

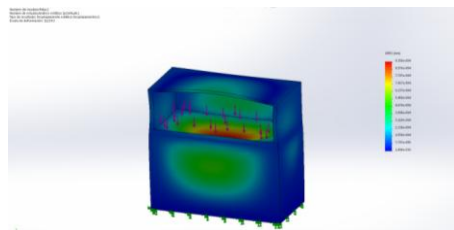


Diagrama 43. Desplazamientos pata D.

Desplazamiento máximo SW= $8,3 \cdot 10^{-4}$ (mm)

18. UNIÓN BARRAS

La siguiente prisa sirve como unión entre la barra de los bastones y la del soporte principal (barra).

Se ha realizado el cálculo estático de la pieza obteniendo los siguientes resultados.

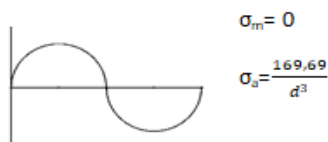
Punto crítico: Cortante=196 (N)

Flector= 8,624 (Nm)

Es más peligroso el axil que el cortante y puesto que el flector es el mismo descartamos la barra horizontal.

$$\sigma_{flec} = \frac{M_f \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi}{64} d^4} = \frac{169,69}{d^3}$$

$$\sigma_{ax} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{249,55}{d^2}$$



Suponemos $\emptyset 15(\text{mm})$ $K_b=0,93$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2}$$

$$\sigma_{eq}^a = 49,73 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_f = 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 0,5 \cdot 470 = 218,5 \text{ (MPa)}$$

$$Fs = \frac{218,5}{49,73} = 4,39$$

Mediante el SW y para un diámetro de **15 (mm)** se logra un factor de seguridad de 4,3 por damos los resultados por buenos.

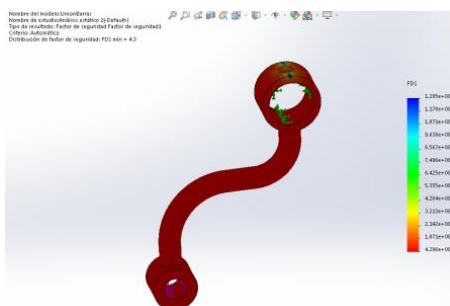


Diagrama 44. FS unión barras.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

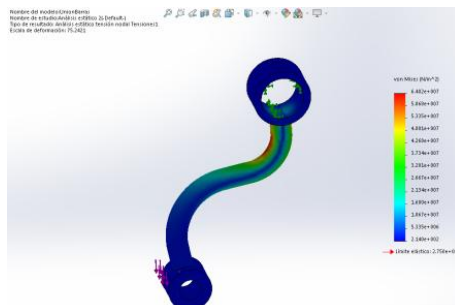


Diagrama 45. Tensión de VM unión barras.

Se ha calculado la flecha máxima de la pieza mediante el teorema de Castigliano.

$$M = Q \cdot h + F \cdot x$$

$$U = 2 \int_0^h \frac{M^2 dy}{2EI} + \int_0^l \frac{M^2 dx}{2EI}$$

$$\delta_x = 2 \int_0^h \frac{M}{EI} \cdot \frac{\delta M}{\delta Q} dy + \int_0^l \frac{M}{EI} \cdot \frac{\delta M}{\delta Q} dx = \frac{2}{EI} \int_0^h Q \cdot y \cdot y dy + \frac{1}{EI} \int_0^l (Qh + Fx) h dx$$

$$Q=0$$

$$\frac{1}{EI} \left[\frac{Fx^2}{2} h \right]_0^l = \frac{1}{EI} \cdot \frac{F \cdot l^2}{2} h$$

$$Y_{\max} = \frac{196 \cdot 122^2 \cdot 60}{2,1 \cdot 10^5 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot 15^4 \cdot 2} = 0,1677 \text{ (mm)}$$

Se comparan los resultados con la simulación de SW de desplazamientos.

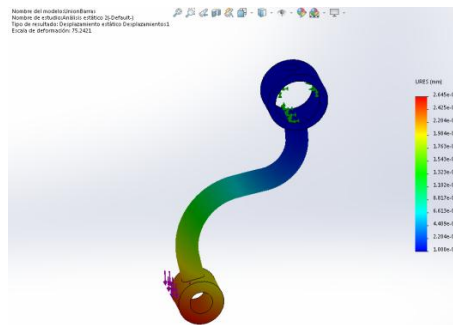


Diagrama 46.Desplazamientos unión barras.

Desplazamiento máximo SW= $2,6 \cdot 10^{-1}$ (mm)

19.UNIÓN BASTÓN

La pieza siguiente es la unión entre el bastón y la guía por la que se desplaza.

Por la geometría de la pieza no se pueden hacer los cálculos manuales por lo que se ha procedido a hacer una simulación mediante el software SolidWorks.

Obtenemos un factor de seguridad de 1,9

A continuación se muestra el diagrama que representa los diferentes factores de seguridad a lo largo de la pieza.

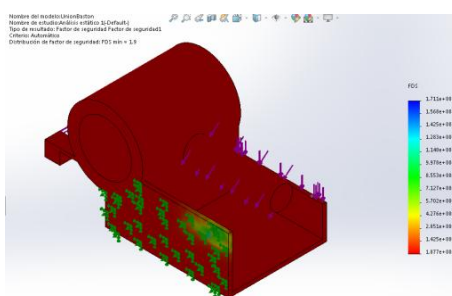


Diagrama 47.FS unión bastón.

En el estudio de resistencia se ha obtenido el siguiente diagrama.

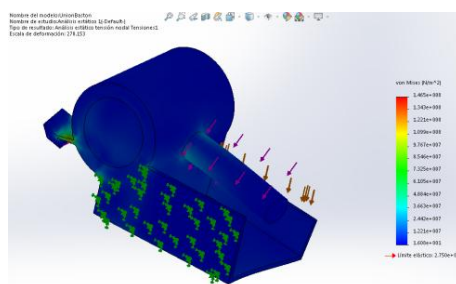


Diagrama 48.Tensión VM unión bastón.

Además, se ha realizado un diagrama de desplazamiento estatico.

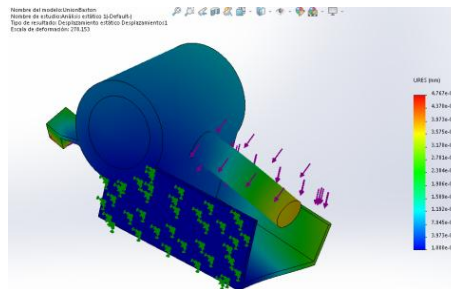


Diagrama 49.Desplazamientos unión bastón.

Desplazamiento máximo SW= $4,6 \cdot 10^{-2}$ (mm)

ANEXO III

PRESUPUESTO

INDICE

1. COSTES FASE DE DISEÑO	98
2. COSTES COMPONENTES MATERIALES	98
3. COSTES MONTAJE	102
4. PRESUPUESTO TOTAL	103

A continuació se detalla y especifica de donde provienen los diferentes costes asociados a la construcción del prototipo.

1. COSTES FASE DE DISEÑO

Actividades de proyección	€/h	Horas	Precio (€)
Estudio del proyecto. Especificaciones y requerimientos	20	40	800
Estudio de la cinemática de la máquina	20	240	4800
Dimensionado y diseño de la estructura de la máquina	20	280	5600
Diseño circuito eléctrico	20	40	800
Diseño de las protecciones de seguridad	20	120	2400
Total		720	14400€

Tabla 2. Costes fase de diseño.

2. COSTES COMPONENTES MATERIALES

Estructura

Piezas	Material	€/Kg	Coefficiente de forma	Masa	€/unidad	Ud	Precio(€)
Agarre esquí	E295	0,72	1,5	156,22	0,1687	2	0,3374
Varilla	E295	0,72	1,5	50,51	0,0545	8	0,4364
Barra delantera	E295	0,72	1,5	1610,79	1,7396	1	1,7396
Barra	E295	0,72	1,5	11477,6	12,3958	1	12,3958

Piezas	Material	€/Kg	Coefficiente de forma	Masa	€/unidad	Ud	Precio(€)
Barra bastones	E295	0,72	1,5	1139,57	1,2307	1	1,2307
Barra cinta	E295	0,72	1,5	2188,82	2,3639	1	2,3639
Barra freno	E295	0,72	1,5	42,88	0,0463	2	0,0926
Barra freno disco	E295	0,72	1,5	179,27	0,1936	2	0,3872
Barra trasera pies	E295	0,72	1,5	4740,37	5,1195	1	5,1195
Barra trasera bastón	E295	0,72	1,5	500,57	0,5406	1	0,5406
Bastón	E295	0,72	1,5	6232,63	6,7312	2	13,4624
Bota	E295	0,72	1,5	2003,2	2,1634	2	4,3269
Cinta	PVC				40	2	80
Disco	E295	0,72	1,5	179,48	0,1938	2	0,3876
Eje motor	E295	0,72	1,5	9924,29	10,7182	1	10,7182
Tensor cinta	E295	0,72	1,5	518,53	0,56	2	1,12
Esquí	E295	0,72	1,5	3476,82	3,7549	2	7,5099
Frontal I	E295	0,72	1,5	6682,07	7,2166	1	7,2166
Frontal D	E295	0,72	1,5	6386,6	6,8975	1	6,8975
Guía bastón	E295	0,72	1,5	3210,26	3,4670	2	6,9341
Pata	E295	0,72	1,5	1032,1	1,1146	2	2,2293
Pata 2	E295	0,72	1,5	272,28	0,2940	2	0,5881

Piezas	Material	€/Kg	Coefficiente de forma	Masa	€/unidad	Ud	Precio(€)
Taco barra	E295	0,72	1,5	193,85	0,2093	1	0,2093
Tope	E295	0,72	1,5	636,4	0,6873	1	0,6873
Tope bastón	E295	0,72	1,5	5,67	0,0061	2	0,0122
Tope trasero	E295	0,72	1,5	643,75	0,6952	1	0,6952
Unión barras	E295	0,72	1,5	407,93	0,4405	2	0,8811
Unión bastón D	E295	0,72	1,5	1128,25	1,2185	1	1,2185
Unión bastón I	E295	0,72	1,5	1128,25	1,2185	1	1,2185
Unión freno	E295	0,72	1,5	42,12	0,0454	2	0,0909
Unión freno 2	E295	0,72	1,5	32,59	0,0351	2	0,0703
Eje nervado macho 39	E295	0,72	1,5	1123,54	1,2134	2	2,4268
Eje nervado hembra 39	E295	0,72	1,5	468,47	0,5059	2	1,0118
Eje nervado macho 100	E295	0,72	1,5	3422,25	3,6960	2	7,3920
Eje nervado hembra 100	E295	0,72	1,5	1541,47	1,6647	2	3,3295
			Total		118,602	185,2791	

Tabla 3. Costes componentes materiales. Estructura.

Elementos normalizados

Pieza	€/unidad	Ud	Precio
Correa dentada	5,5	2	11
Piñón	8,7	2	17,4
Rodamiento 10-20	1,95	4	7,8
Rodamiento 30-40	3,72	6	22,32
Rodamiento 30-62	4,03	2	8,06
Rodamiento lineal	2,65	2	5,3
Polea 22-94	11,2	2	22,4
Polea 10-94	14,2	2	28,4
Rueda libre 40-94	27,35	2	54,7
Rueda libre 15-35	22,75	2	45,5
Tornillo M5-14	0,05	1	0,05
Tornillo M5-10	0,05	1	0,05
Tornillo M5-20	0,055	2	0,11
Tornillo M8-10	0,15	2	0,3
Tornillo M8-12	0,116	2	0,232
Tuerca M10	0,17	2	0,34
Electroimán 1	35	2	70
Electroimán 2	27	2	54
Motor	200	1	200
Reductor	60	1	60

Total	424,641	772,603
--------------	----------------	----------------

Tabla 4. Costes componentes materiales. Elementos normalizados.

Accesorios

Pieza	€/unidad	Ud	Precio
Pantalla	70	1	70
Almohadilla bastón	1,25	2	2,5
Almohadilla	1,6	2	3,2
Botellero	2,3	1	2,3
Total	75,15		78

Tabla 5. Costes componentes materiales. Estructura.

Costes componentes materiales

Estructura	185,2791
Elementos normalizados	772,603
Accesorios	78
Total	1035,88€

Tabla 6. Costes componentes materiales.

3. COSTES MONTAJE

Operario	€/hora	h	Precio
Soldador	9	5	45
Ensamblador de equipos mecánicos	13	4	52
Ensamblador de	12	2	24

equipos electrónicos			
Total		11	121€

Tabla 7. Costes montaje

4. PRESUPUESTO TOTAL

Costes fase de diseño	14400
Costes componentes materiales	1035
Costes montaje	121
Total	15556€

Tabla 8. Presupuesto total

ANEXO IV

NORMATIVA

En el siguiente documento se recogen las distintas normativas a cumplir por la máquina y sus componentes.

Normativa general:

-Directiva 2001/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de diciembre del 2001, relativa a la seguridad general de los productos.

-Real Decreto 1644/2008, de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Normativa específica:

-UNE-EN 913:2009. Equipos para gimnasia. Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo.

Materiales:

-UNE-EN 10020:2001. Definición y clasificación de los tipos de aceros.

-UNE-EN 19062-1:2016. Plásticos. Materiales de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones.

Ejes nervados:

-DIN 5461

-DIN 5463

No todas las normativas se han cumplido exactamente ya que algunas de ellas requieren de ensayos físicos que se harán sobre el prototipo una vez construido y que en caso de no cumplirlas haría que se realizara el cambio de diseño necesario.

ANEXO V

MANUAL USUARIO

INDICE

1. ESPECIFICACIONES	108
2. MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	108
3.MONTAJE	108

1. ESPECIFICACIONES

La máquina a la cual hace referencia este manual de usuario está diseñada para adultos, por lo que no es recomendable su uso para menores de 18 años.

El peso máximo de usuario permitido por la máquina es de 120 Kg

No manipular los mecanismos si no se tiene un mínimo conocimiento sobre mecánica.

2. MANTENIMIENTO

A continuación se van a exponer unas recomendaciones sobre el mantenimiento de la máquina para su correcto funcionamiento, para evitar en la medida de lo posible las averías que pudieran producir un posterior incremento en el presupuesto y así mismo evitar cualquier tipo de molestia que pudiera ser ocasionada a los usuarios de la misma.

Mensual.

-Engrase y limpieza del motor.

-Tensión del tapiz de la cinta.

Trimestral.

-Ajuste de la tornillería.

-Revisión de las conexiones eléctricas.

-Limpieza y engrase del piñón cremallera

-Engrase de los rodamientos

3.MONTAJE

En un principio y puesto que la máquina viene montada de fabrica no se deberían manipular las uniones.

Pero con el objetivo de proceder al mantenimiento algunas de ellas son desmontables por lo que es importante que una vez se hayan desmontado, para volver a usar la máquina se compruebe exhaustivamente que han quedado bien atornilladas de nuevo y que no han sufrido ningún deterioro.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO



MEMORIA Y ANEXOS

PLANOS

Autor:	Lorena Jaquet Cera
Director:	Eduard Calduch Pros
Convocatoria:	Junio 2018

INDICE

1.Estructura

1. Agarre esquí
2. Barra delantera
3. Barra
4. Barra bastones
5. Barra cinta
6. Barra freno
7. Barra freno disco
8. Barra trasera
9. Barra trasera bastones
10. Bastón
11. Bota
12. Freno disco
13. Eje nervado hembra
14. Eje nervado hembra 50
15. Eje nervado macho
16. Eje nervado macho 50
17. Eje motor
18. Tensor cinta
19. Esquí
20. Frontal I
21. Frontal D
22. Guía bastón
23. Pata T
24. Pata D
25. Taco barra

- 26. Tope D
- 27. Tope bastón
- 28. Tope T
- 29. Unión barras
- 30. Unión bastón D
- 31. Unión bastón I
- 32. Unión freno D
- 33. Unión freno T
- 34. Varilla

2. Carcasa protectora

- 35. Carcasa cadena I
- 36. Carcasa cadena D
- 37. Carcasa eje D
- 38. Carcasa eje T
- 39. Carcasa delantera
- 40. Carcasa trasera

3. Accesorios

- 41. Almohadilla
- 42. Almohadilla bastón
- 43. Botellero

4. Ensamblajes parciales

- 44. E. Bastón
- 45. E. Cinta
- 46. E. Pies

5. Ensamblajes totales

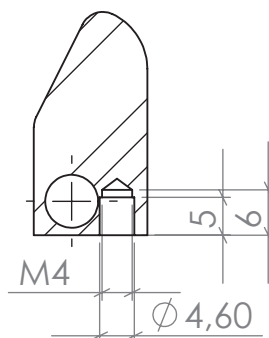
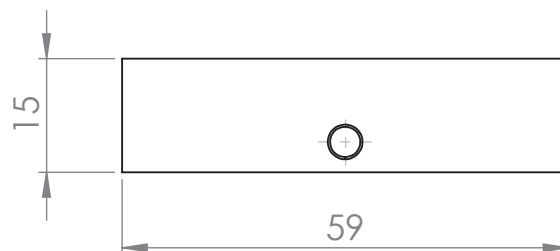
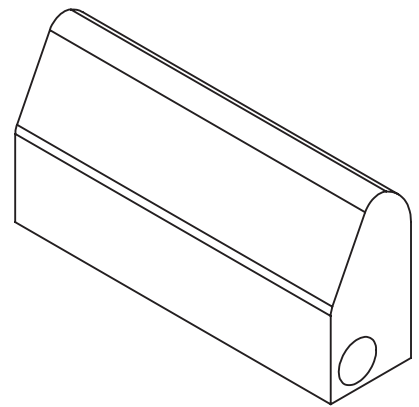
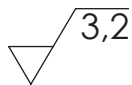
- 47. E. Estructura
- 48. E. Total

1. ESTRUCTURA

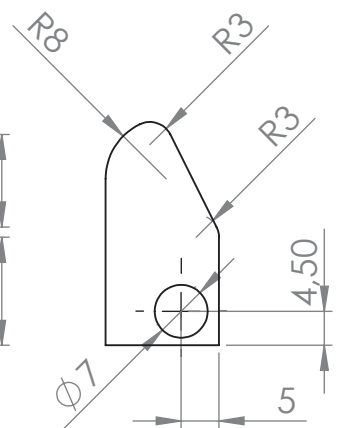
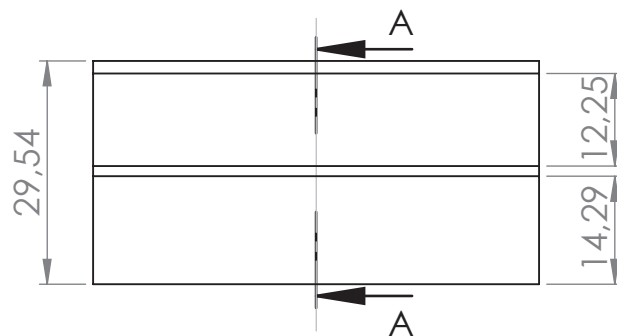
Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3

Rosca M4x0.7



SECCIÓN A-A



**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Pieza:

Agarre esquí

Pieza nº:

1

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:



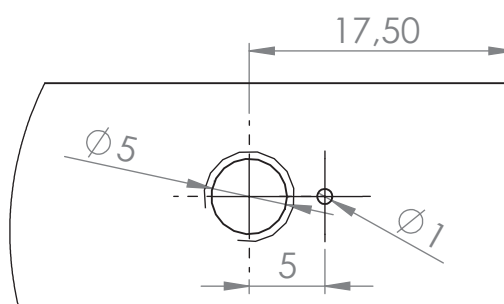
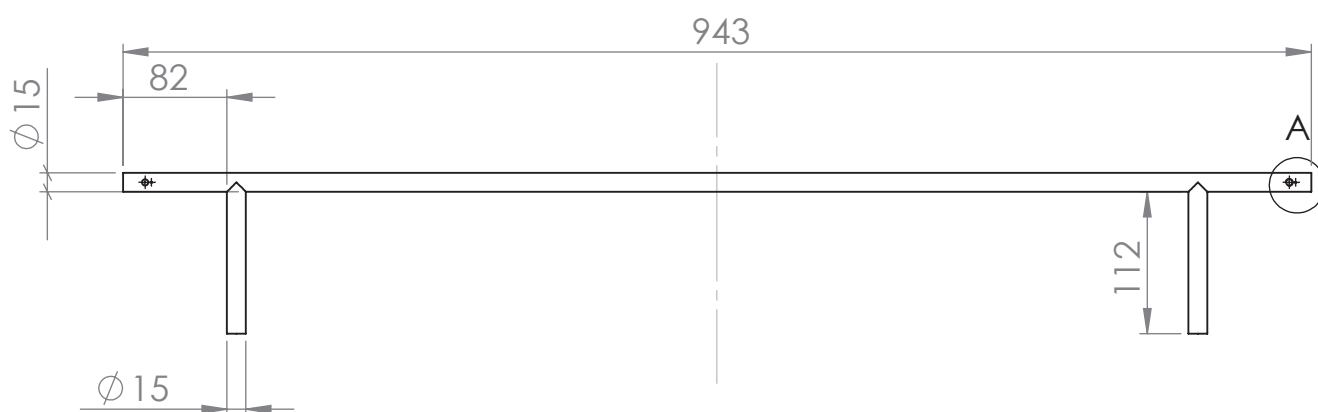
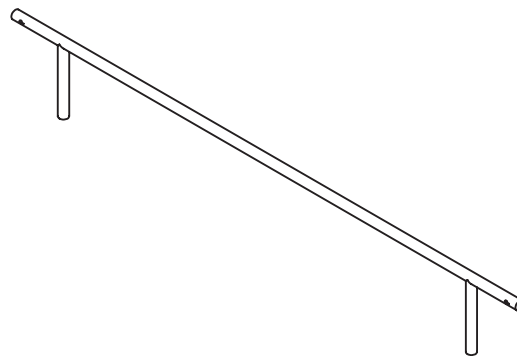
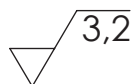
Masa: 155,22 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

Roscas M5x0.8



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Pieza:

Barra delantera

Pieza nº:

2

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:6

Proyección:



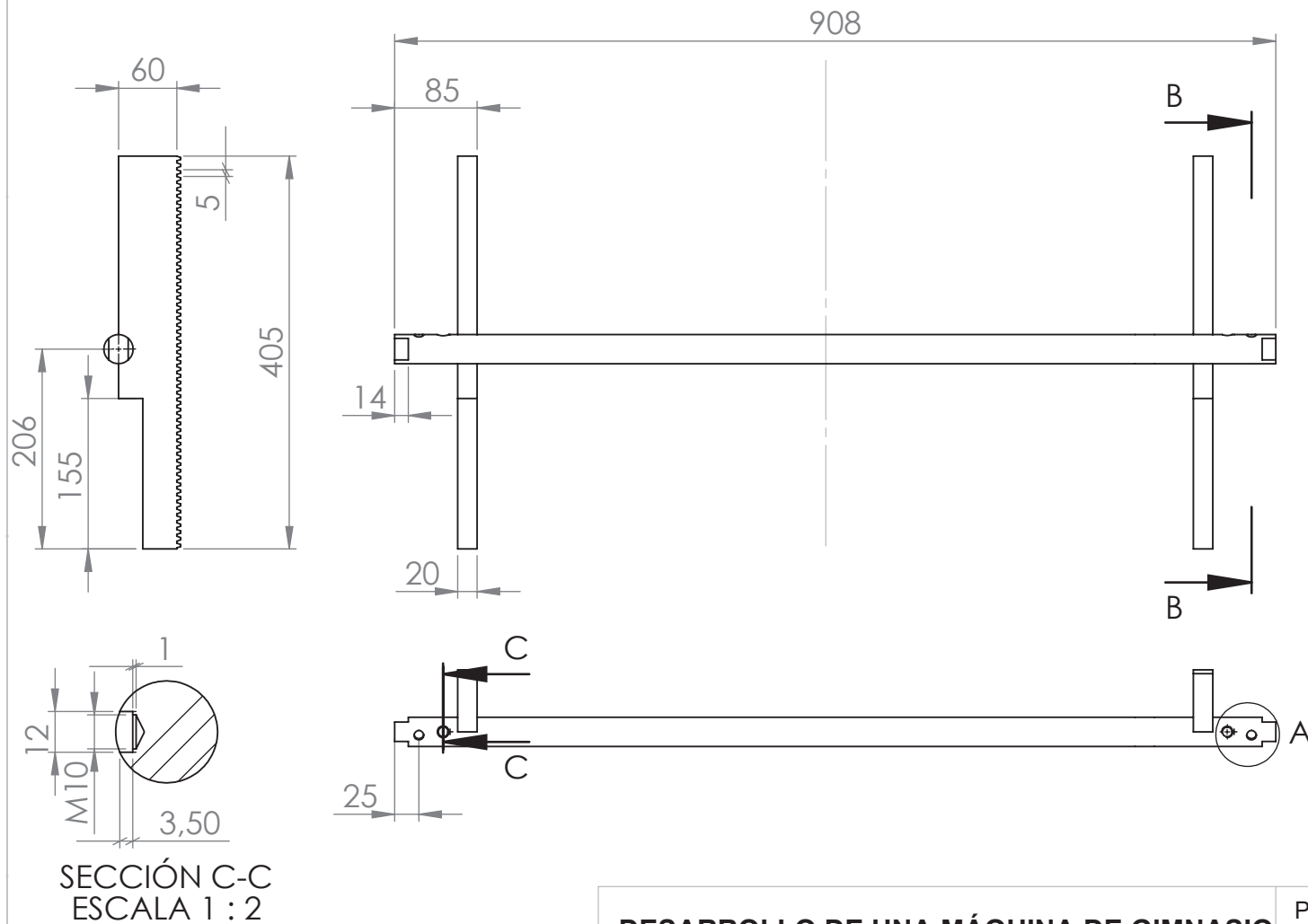
Masa: 1610,79 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

$\sqrt{3,2}$ Roscas M10 x1



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Barra

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 11477.6 g

Escala:

1:7

Material: Acero E295

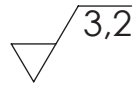
Pieza n°:

3

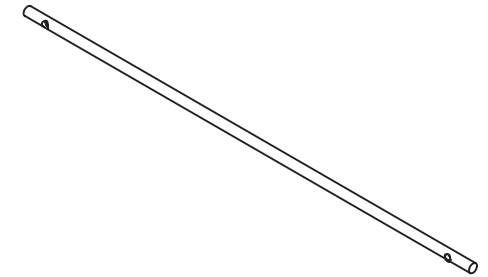
Proyección:



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



Rosca M10x 1



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Barra bastones

Pieza nº:

4

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:5

Proyección:



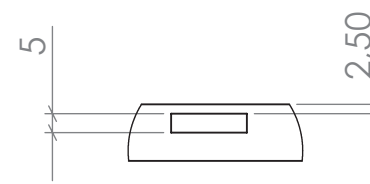
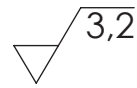
Masa: 1139,57 g

Material: **Acero E295**

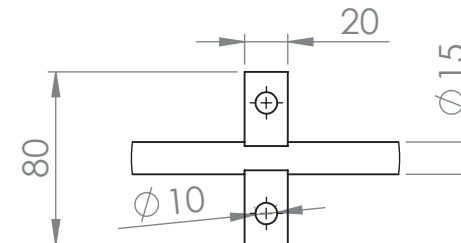
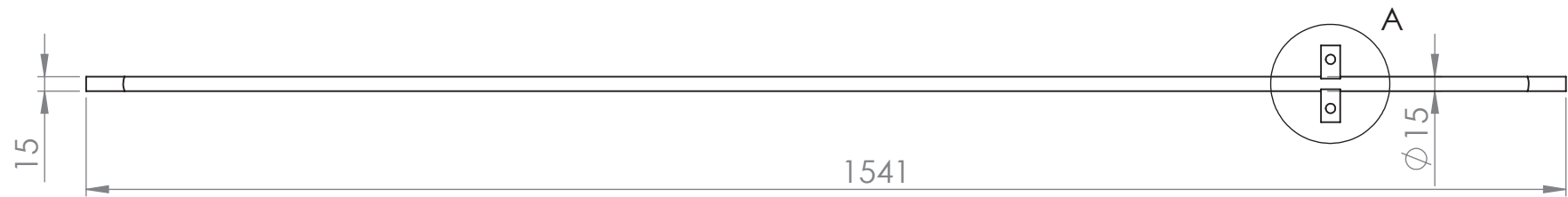
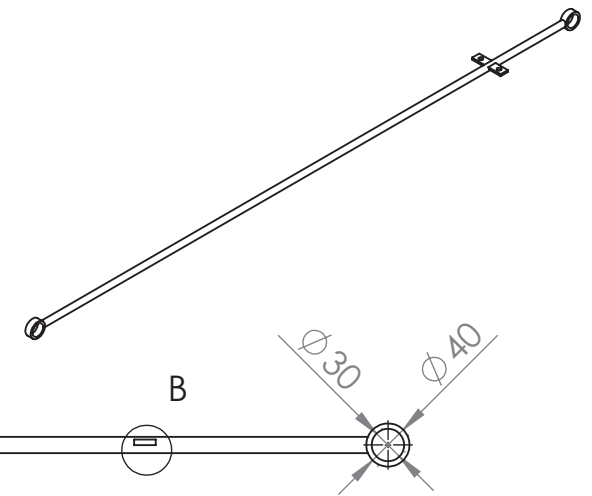


Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1



DETALLE B
ESCALA 1 : 2



DETALLE A
ESCALA 2 : 7

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Barra cinta

Pieza n°:

5

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:7

Proyección:

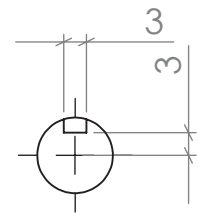
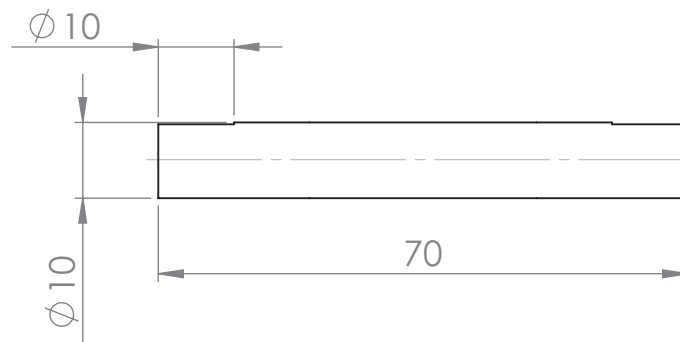
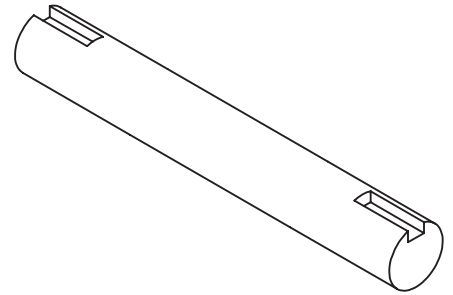
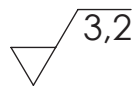


Masa: 2188,82 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Barra freno

Pieza nº:

6

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:

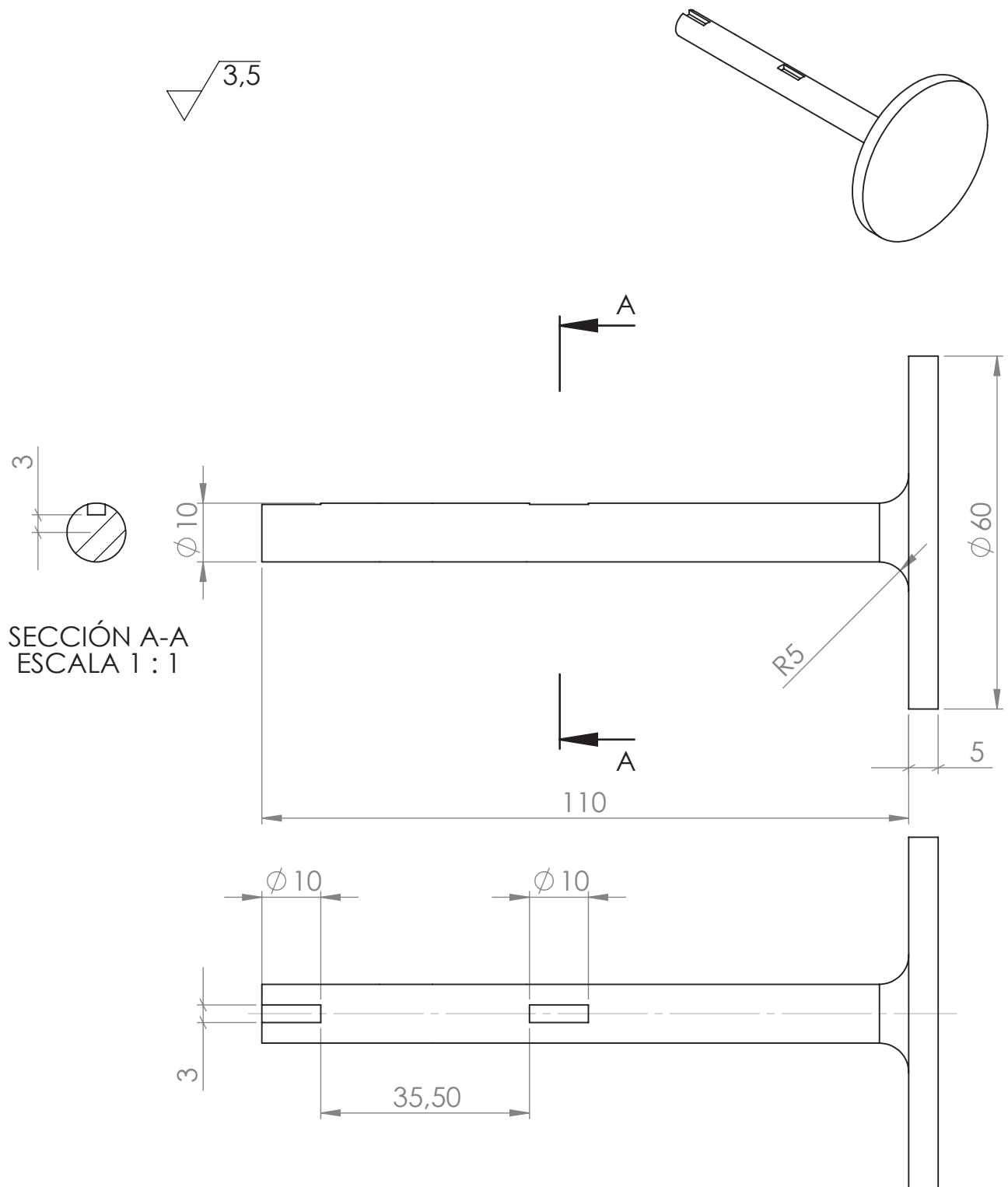


Masa: 41,98 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Barra freno disco

Pieza nº:

7

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:

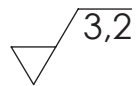


Masa: 178,36 g

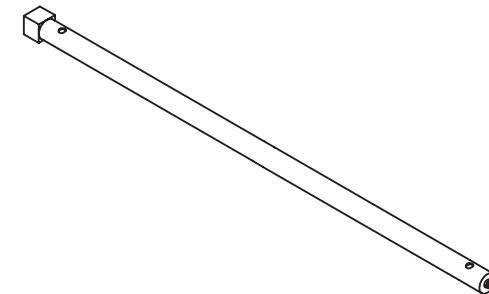
Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



Rosca M8 x1



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Barra trasera

Pieza nº:

8

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:5

Proyección:

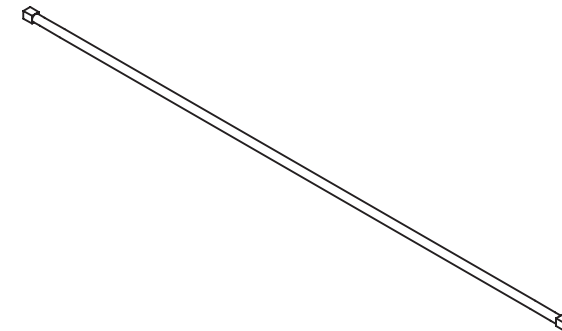
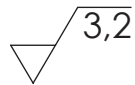


Masa: 4740,37 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza: **Barra trasera bastones**

Pieza nº:

9

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:4

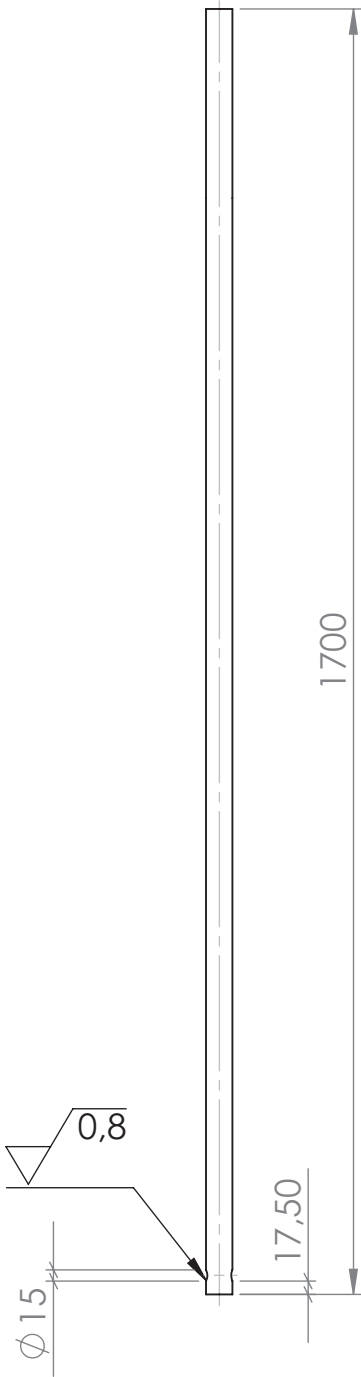
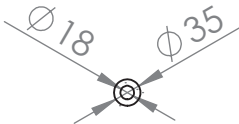
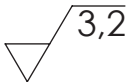
Proyección:



Masa: 500,57 g

Material: Acero E295



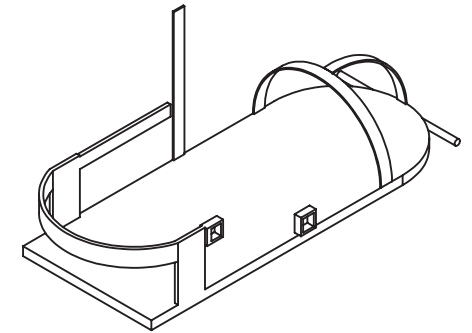
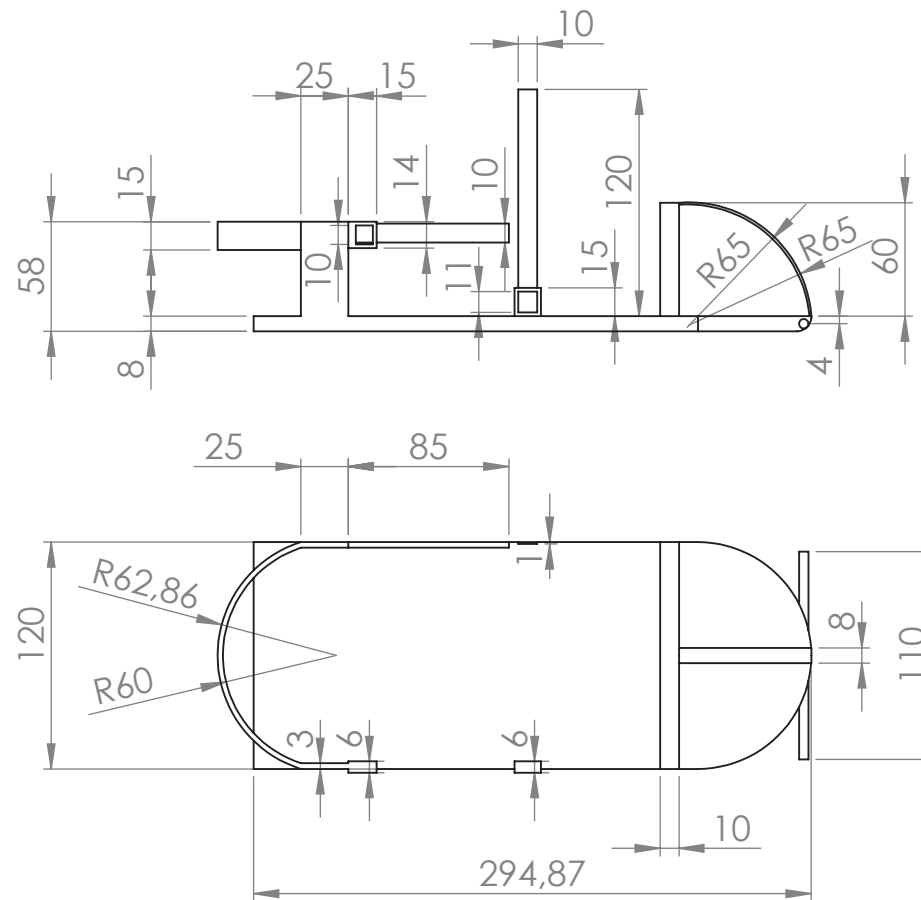
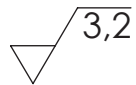
Tolerancias generales de fabricación					
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO		Pieza: Bastón		Pieza nº: 10
		Fecha: Junio 2018		
Comprobado por: Eduard Calduch				
Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato: DIN A4	Escala: 1:10	Proyección: 
		Masa: 9358,58 g	Material: Acero E295	

Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Bota

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 1803,28 g

Escala:

1:4

Material: Acero E295 y tela

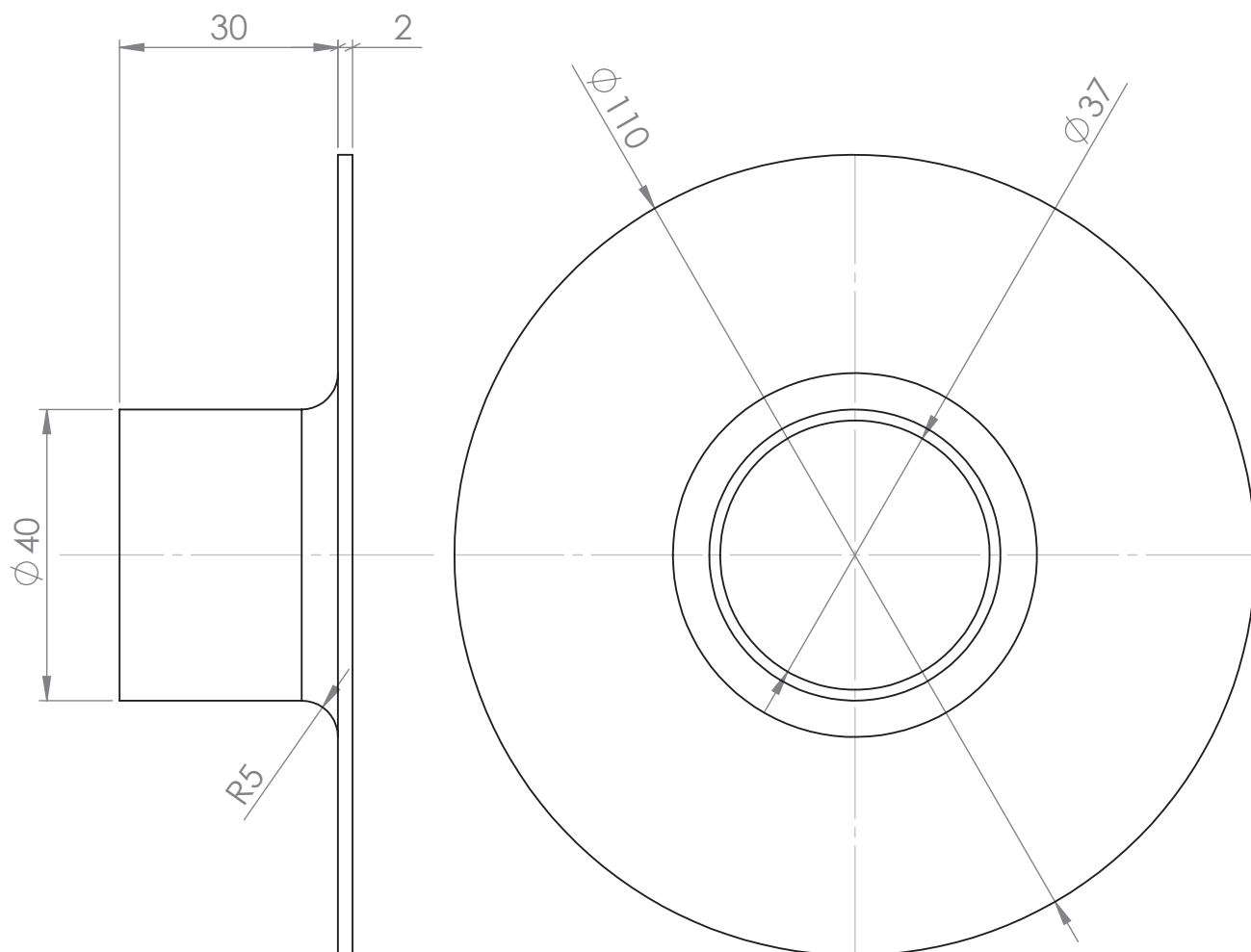
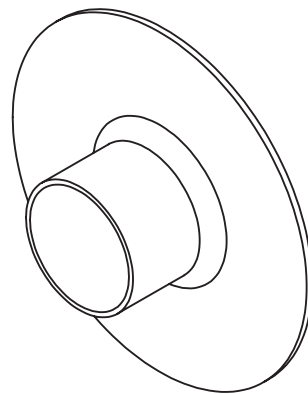
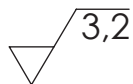
Pieza nº:

11

Proyección:



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Freno disco

Pieza nº:

12

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:

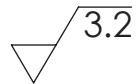


Masa: 179,48 g

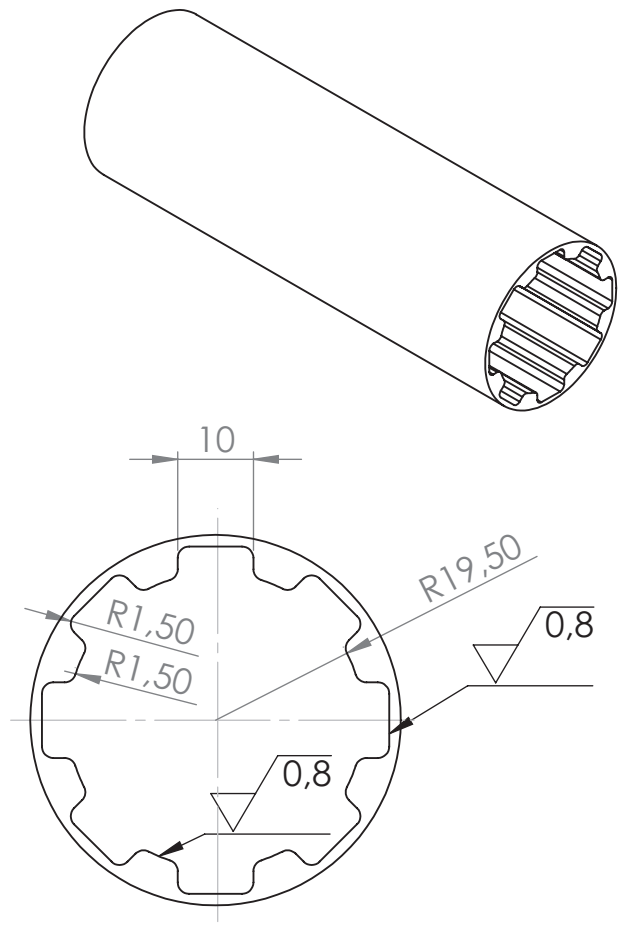
Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



A8x39x47 DIN 5461



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Eje nervado hembra

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 468,67 g

Escala:

1:1

Material: Acero E295

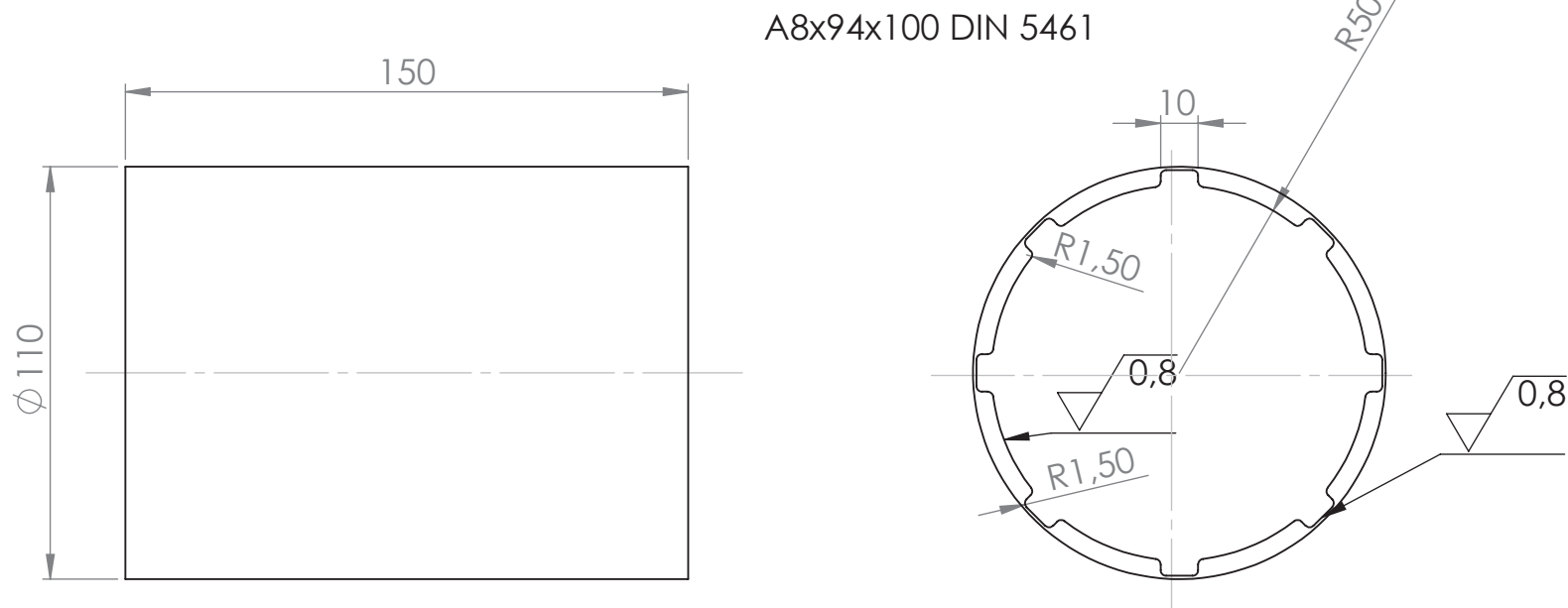
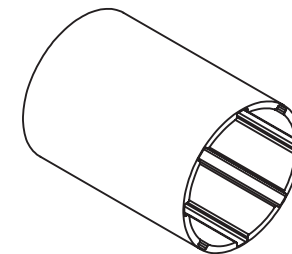
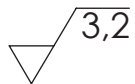
Pieza nº:

13

Proyección:



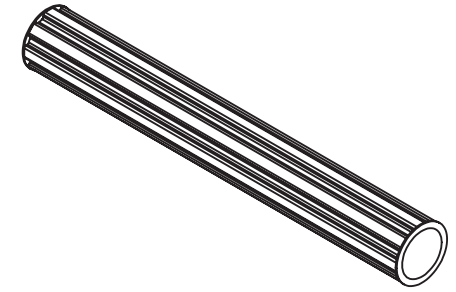
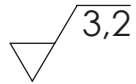
Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



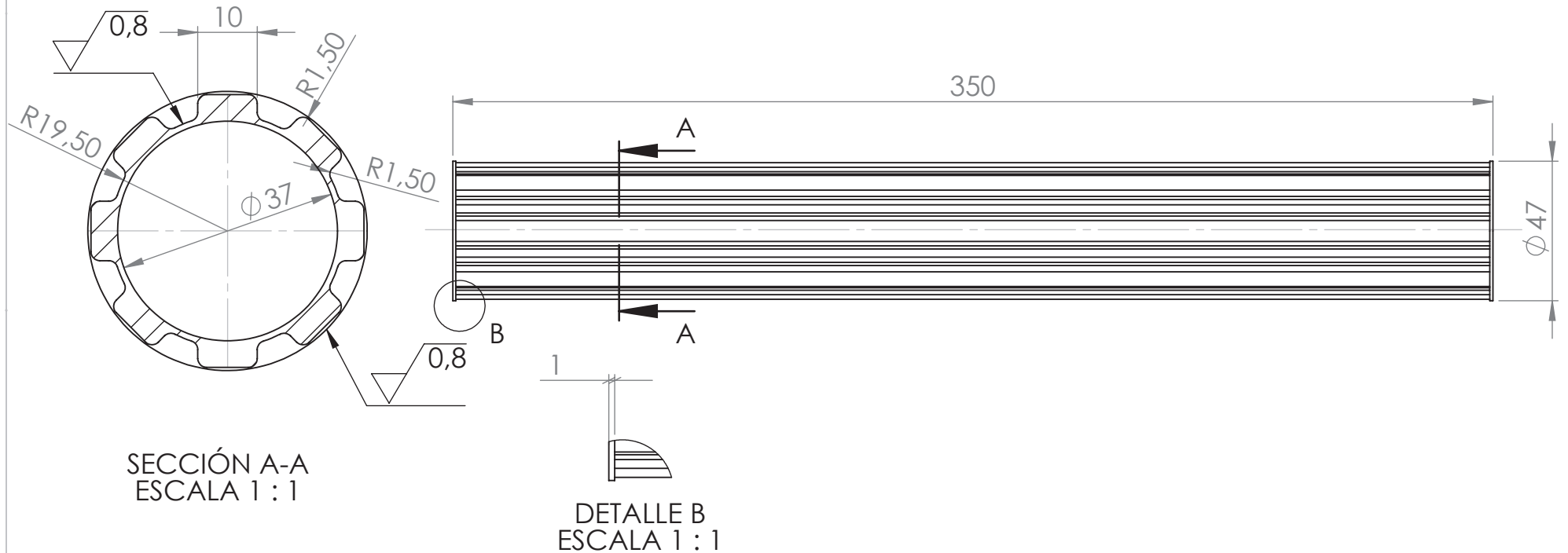
DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO		Pieza: Eje nervado hembra 50		Pieza nº: 14
		Fecha: Junio 2018		
Comprobado por: Eduard Calduch Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato: DIN A4	Escala: 1:2	Proyección:
		Masa: 1541,47 g	Material: Acero E295	



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



B8x39x47 DIN 5463



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Eje nervado macho

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 1123,54 g

Escala:

1:2

Material: Acero E295

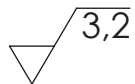
Pieza n°:

15

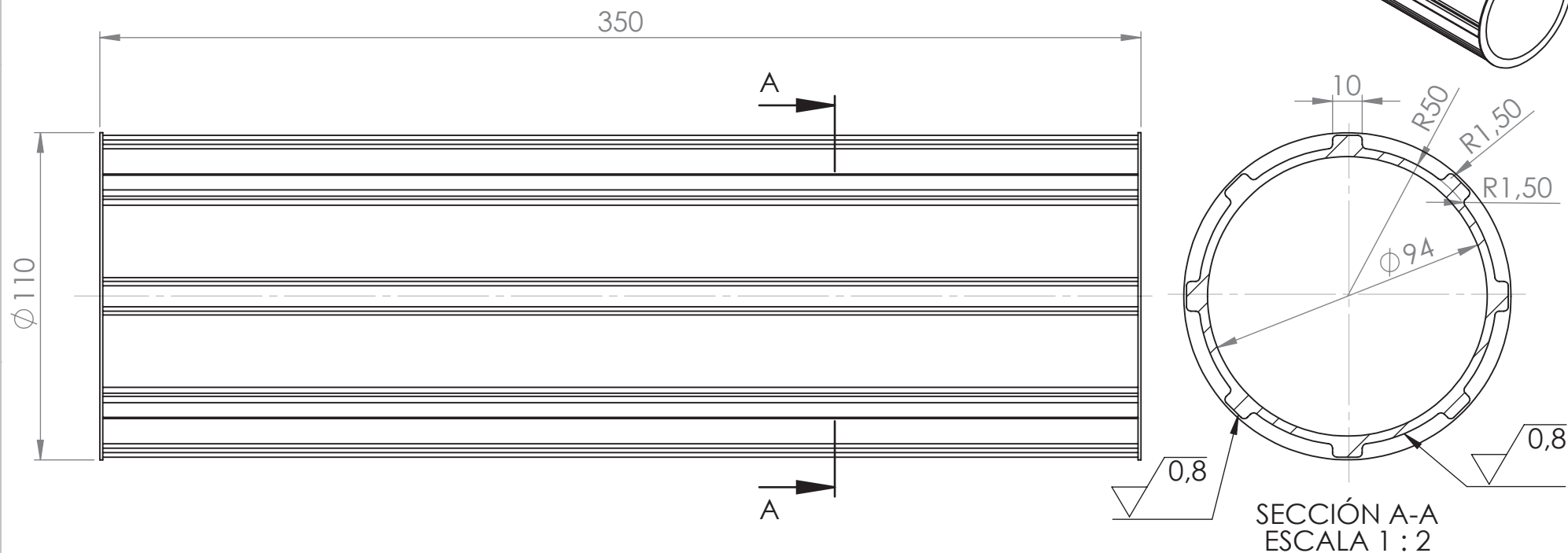
Proyección:



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



B8x94x100 DIN 5463



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Eje nervado macho 50

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 3422,25 g

Escala:

1:2

Material: Acero E295

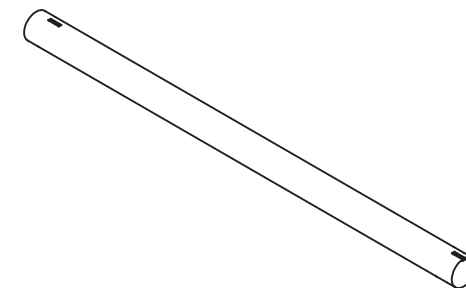
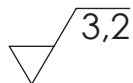
Pieza nº:

16

Proyección:



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Eje motor

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 9920,45 g

Escala:

1:5

Material: Acero E295

Pieza nº:

17

Proyección:



Technical drawing of a mechanical part. The part has a total width of 10 and a total height of 2,60. It features a semi-circular end on the left. There are four holes, each with a diameter of $\phi 2$, arranged in two rows of two. The top row of holes is 10 units from the left edge. The bottom row of holes is 10 units from the right edge. The part has a hatched section on the right side, indicating a specific material or finish. A dimension line indicates a distance of 10 from the right edge to the center of the bottom row of holes.

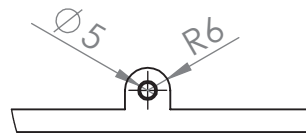
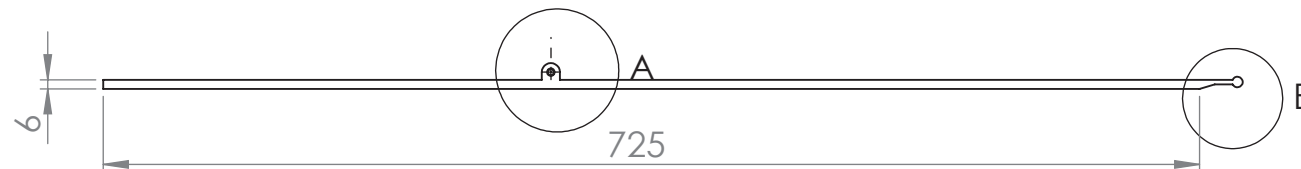
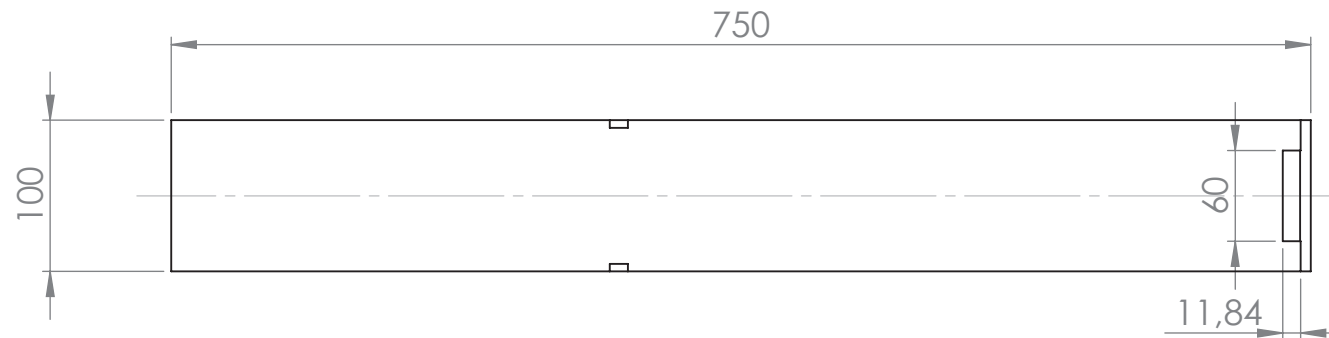
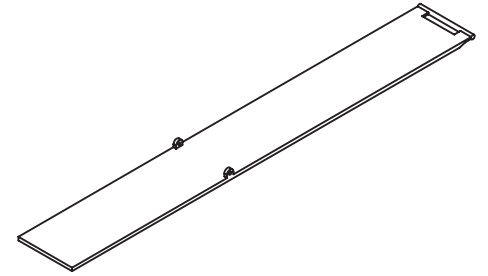
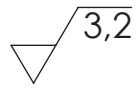
Technical drawing of a 10x10x1.0 extruded aluminum profile. The drawing shows a perspective view of the profile, which has a rectangular cross-section with a width of 10 mm and a height of 10 mm. A hole with a diameter of 10 mm is located in the center of the profile. The drawing is labeled with "10x10" and "1.0" to indicate the dimensions.

The diagram shows a horizontal beam of length 347. At the left end, there is a spring support. A dimension line indicates a distance of 10 from the left end to the first internal force section. At this section, a horizontal force B acts to the left, and a vertical force B acts downwards. At the right end of the beam, a horizontal force A acts to the right, and a vertical force A acts upwards. The beam is represented by a double-line outline, and the internal forces are shown as arrows pointing towards the sections.

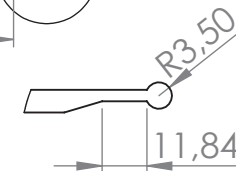
Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



DETALLE B
ESCALA 1 : 2

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Esquí

Pieza nº:

19

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:5

Proyección:

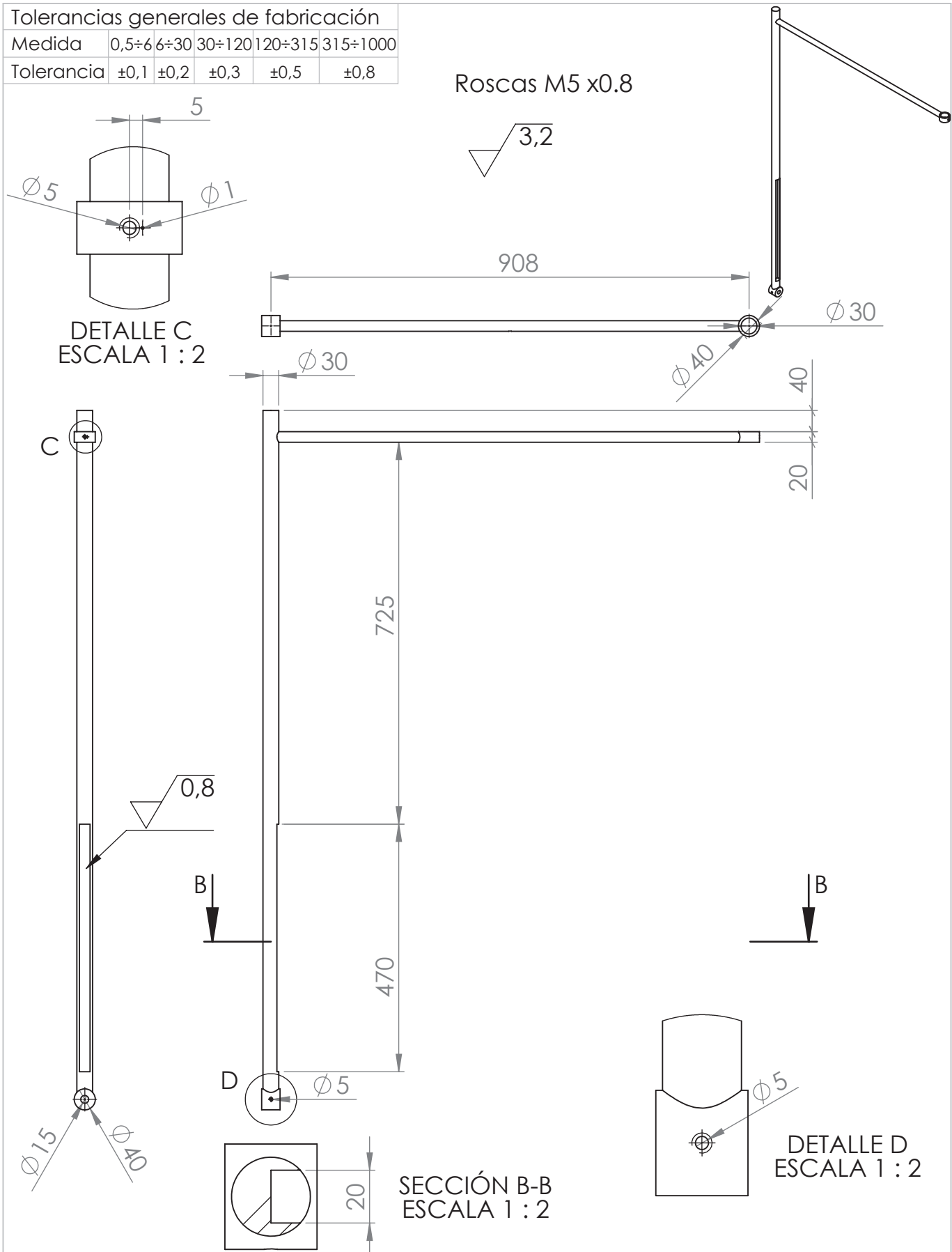


Masa: 3476,82 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Frontal I

Pieza nº:

20

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:10

Proyección:



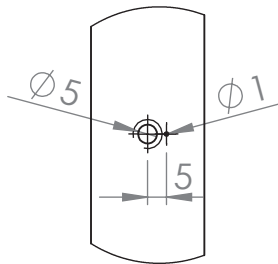
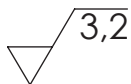
Masa: 6682,07 g

Material: Acero E295

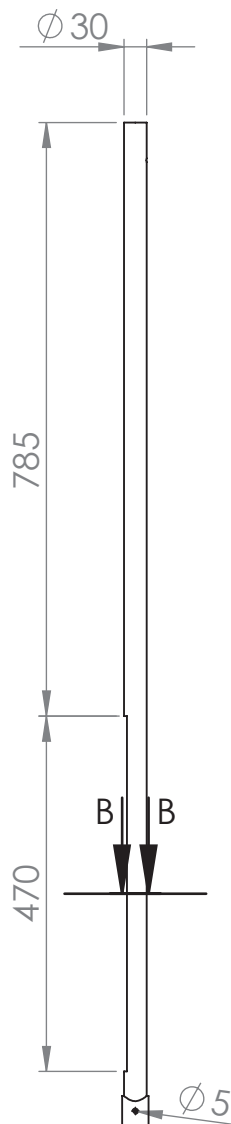
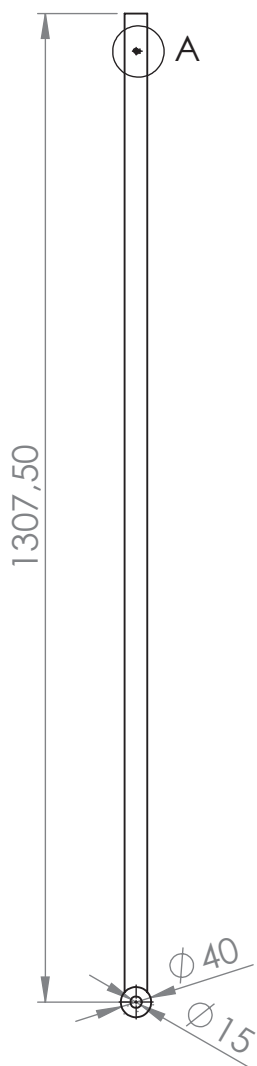


Tolerancias generales de fabricación						
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1

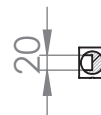
Rosca M5 x0.8



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN B-B



**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Pieza:

Frontal D

Pieza nº:

21

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha:

Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:10

Proyección:



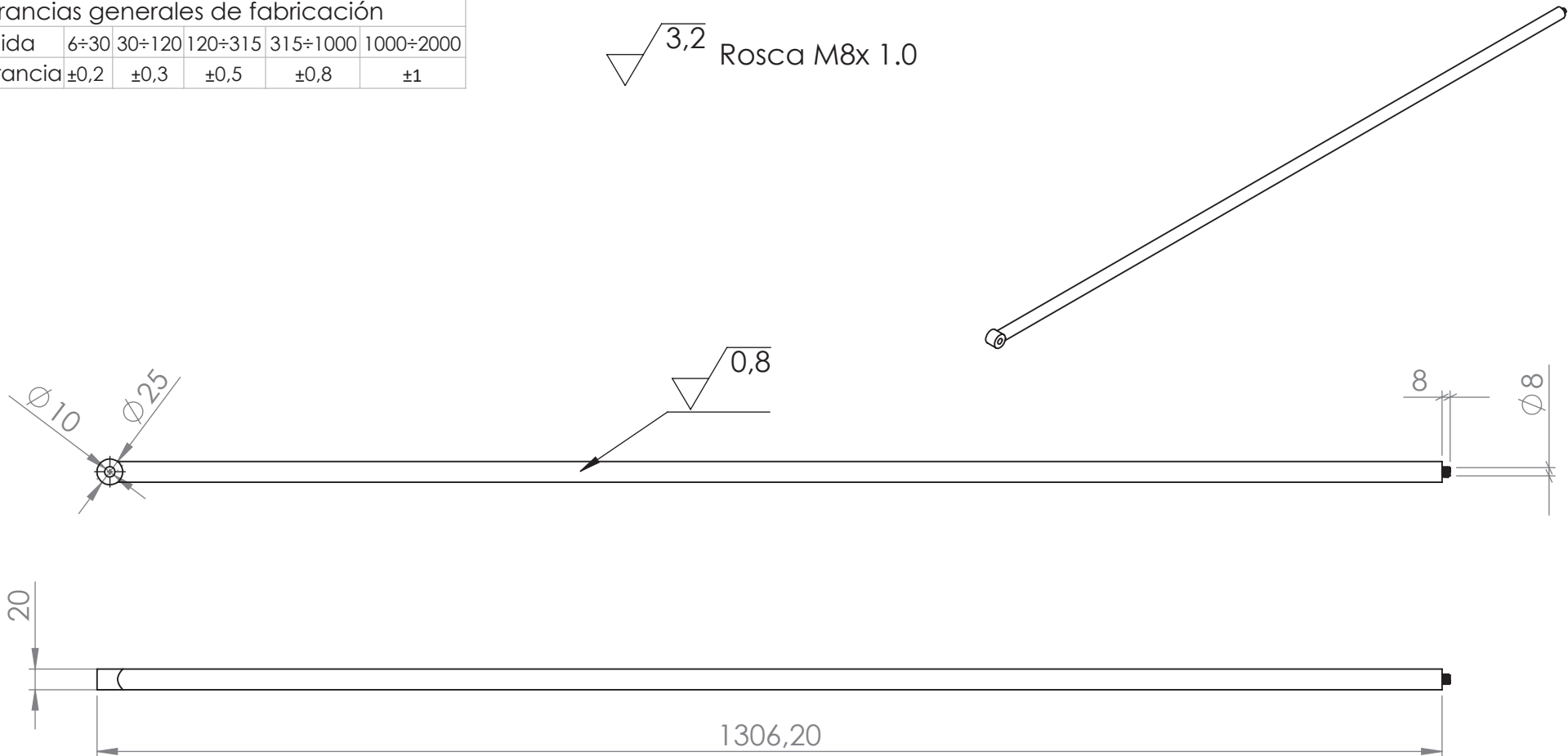
Masa: 6686,6 g



Material: **Acero E295**



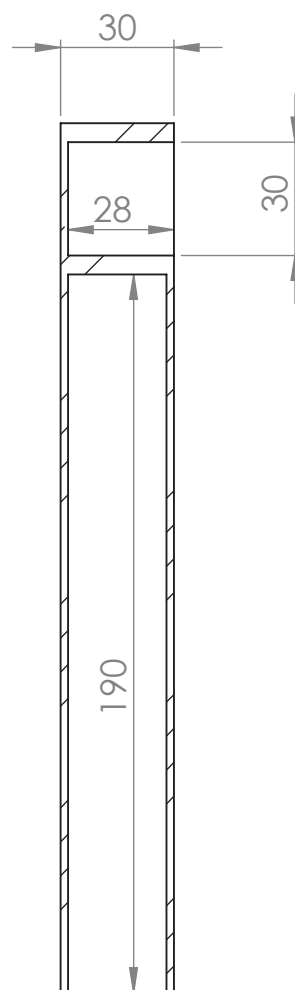
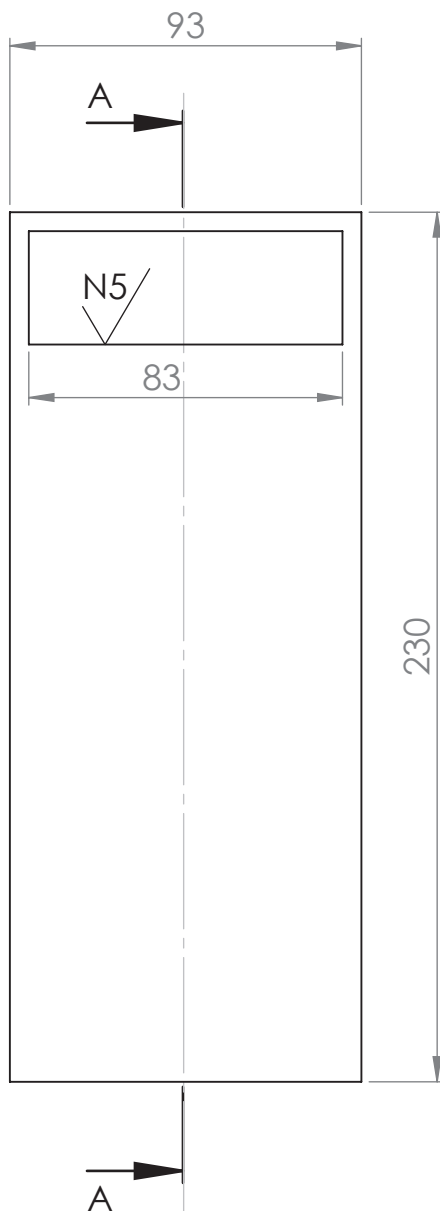
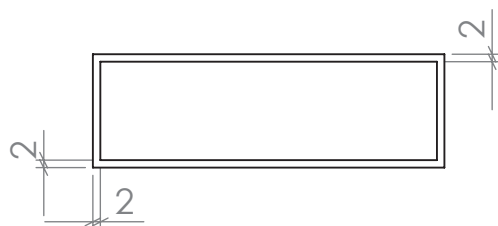
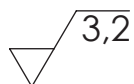
Tolerancias generales de fabricación					
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1


 3,2 Rosca M8x 1.0

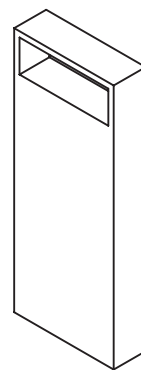


<div>DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO</div>		Pieza:		Pieza nº:
		<div>Guía bastón</div>		22
Comprobado por: Eduard Calduch		Fecha:		Junio 2018
Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato:	Escala:	Proyección:
		DIN A4	1:6	
		Masa: 3210,23 g	Material: Acero E295	

Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



SECCIÓN A-A



**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Pieza:

Pata T

Pieza nº:

23

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:2

Proyección:

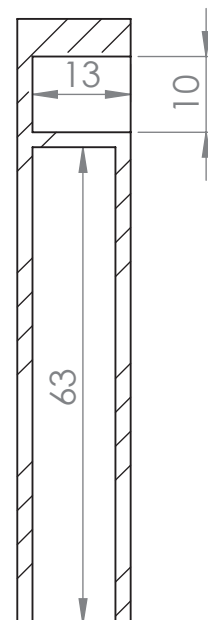
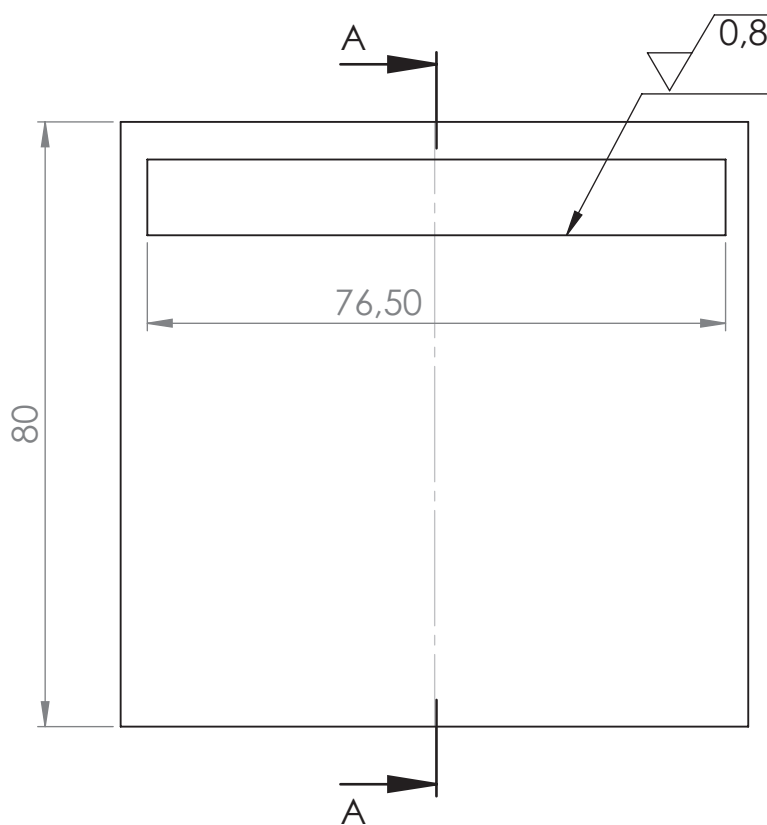
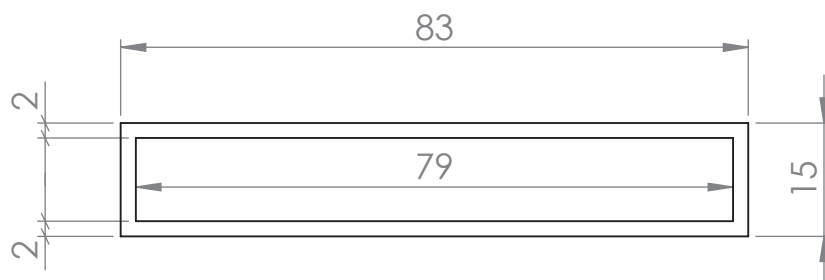
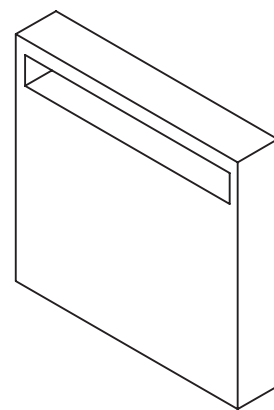
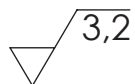


Masa: 1032,1 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3



SECCIÓN A-A

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Pata D

Pieza nº:

24

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:

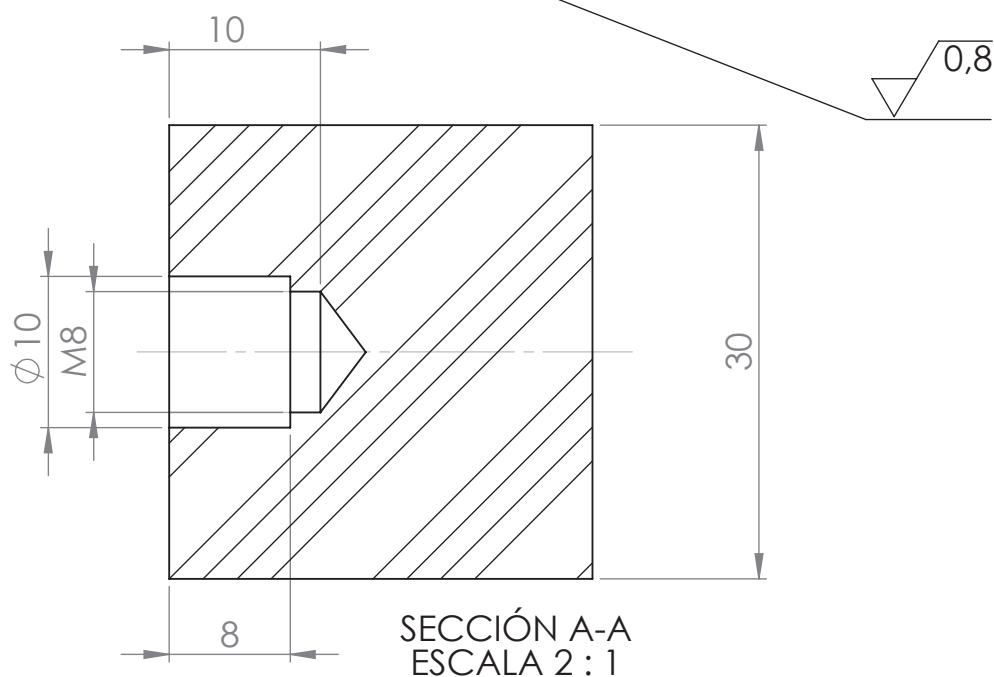
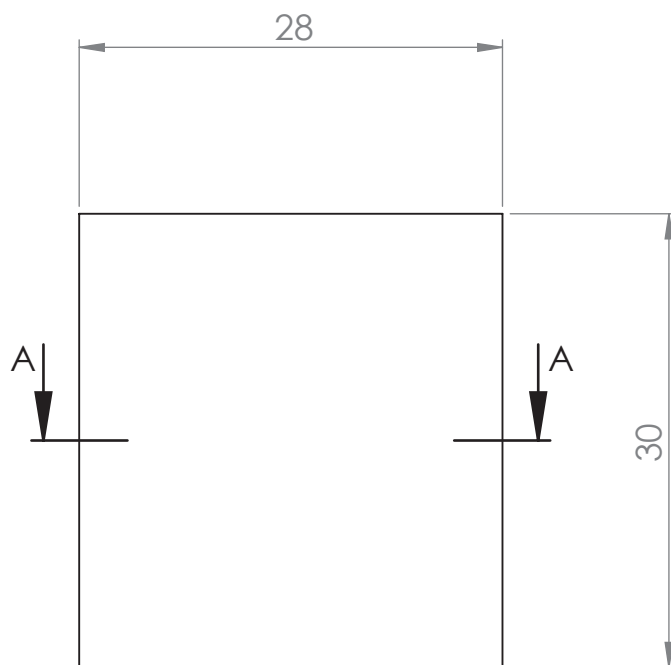
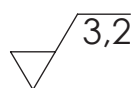
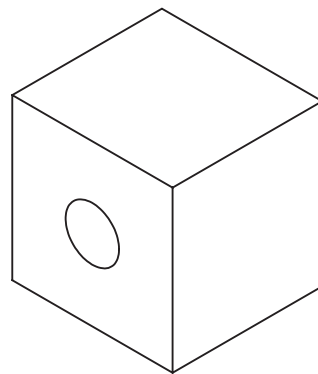


Masa: 272,28 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación		
Medida	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,2	±0,3



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Taco barra

Pieza nº:

25

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
2:1

Proyección:

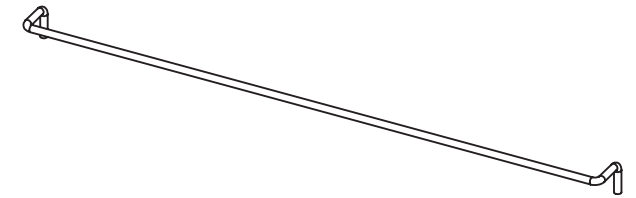
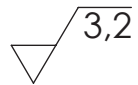


Masa: 190,48 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Tope D

Pieza n°:

26

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:5

Proyección:

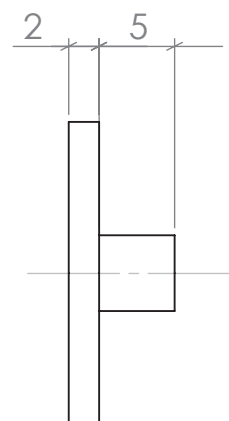
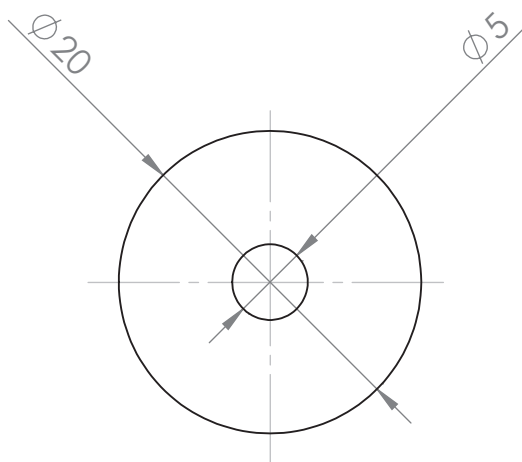
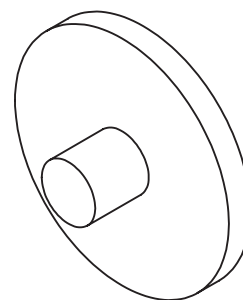
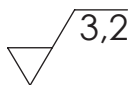


Masa: 636,4 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación		
Medida	0,5÷6	6÷30
Tolerancia	±0,1	±0,2



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Tope bastón

Pieza nº:

27

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
2:1

Proyección:

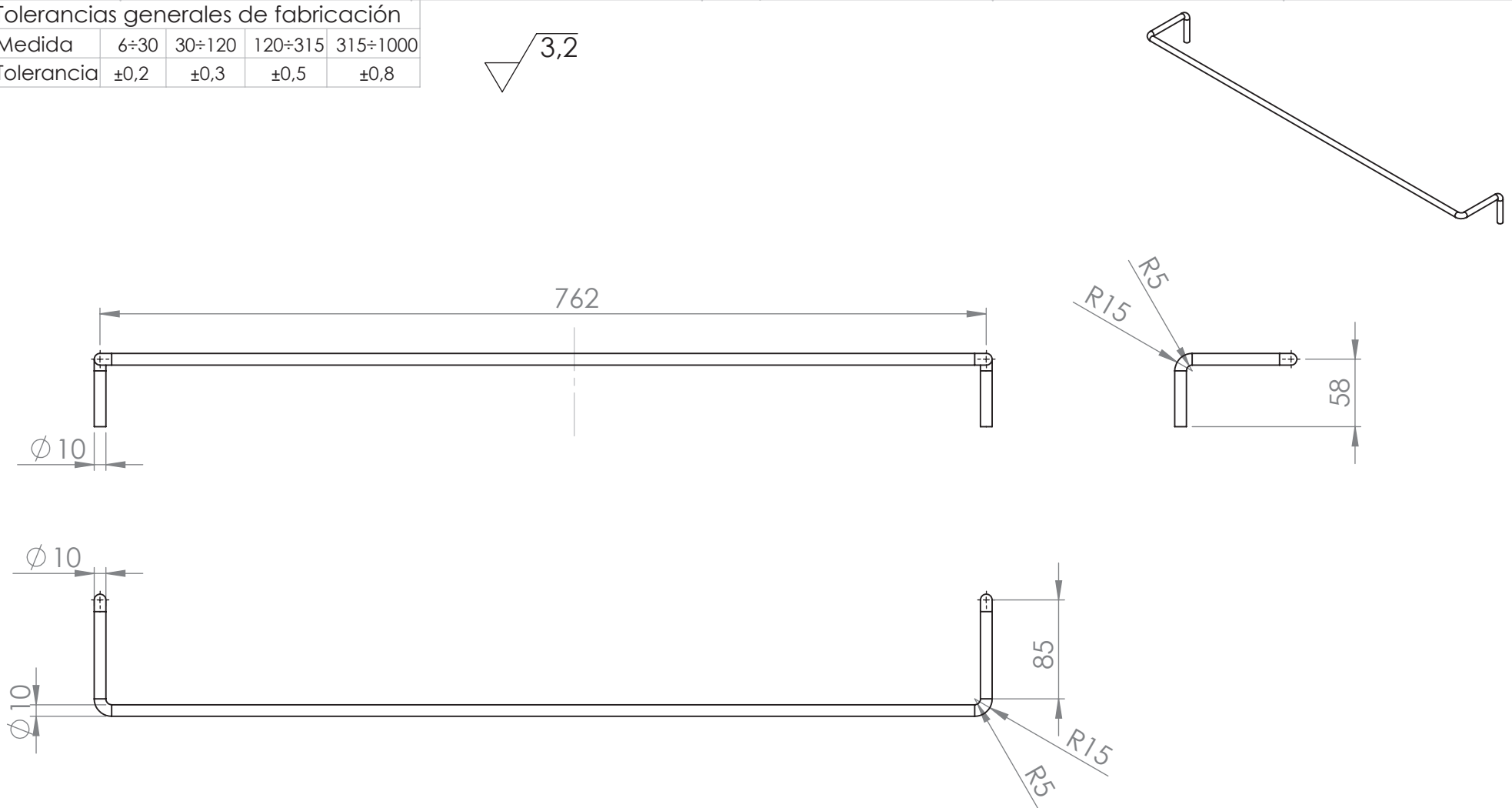
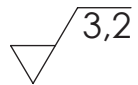


Masa: 5,67 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Tope T

Pieza nº:

28

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:5

Proyección:

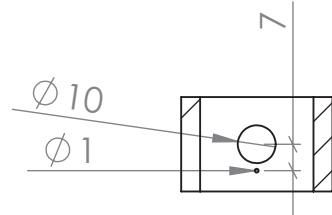
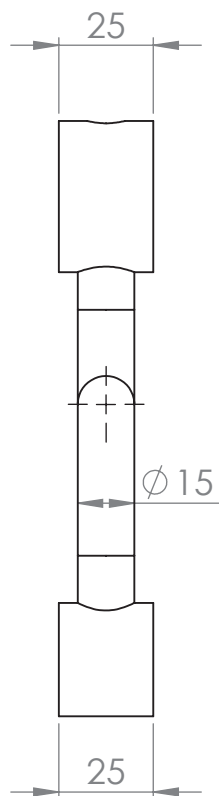


Masa: 643,65 g

Material: Acero E295

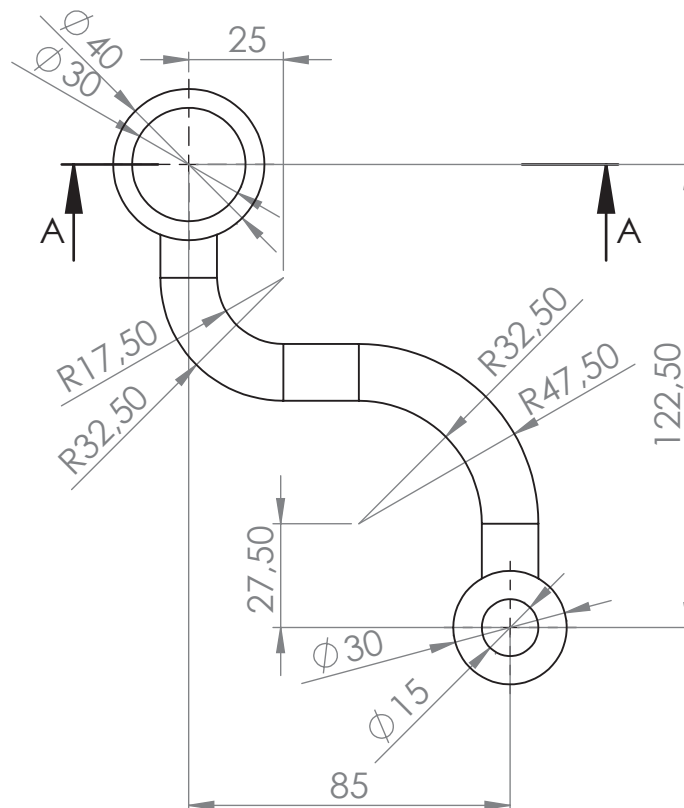
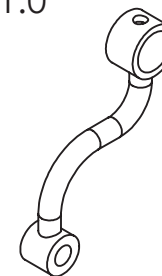


Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

3,2
Rosca M10 x1.0



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Unión barras

Pieza n°:

29

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

Proyección:

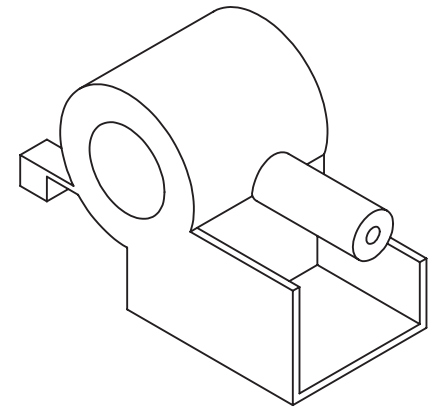
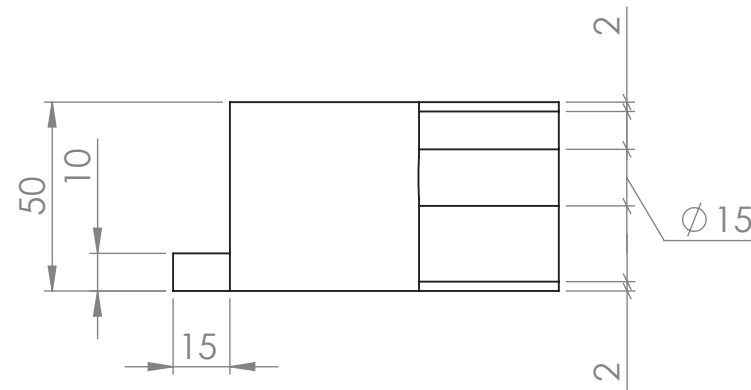
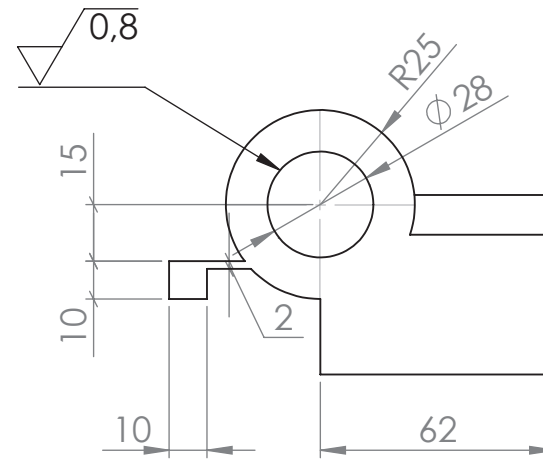
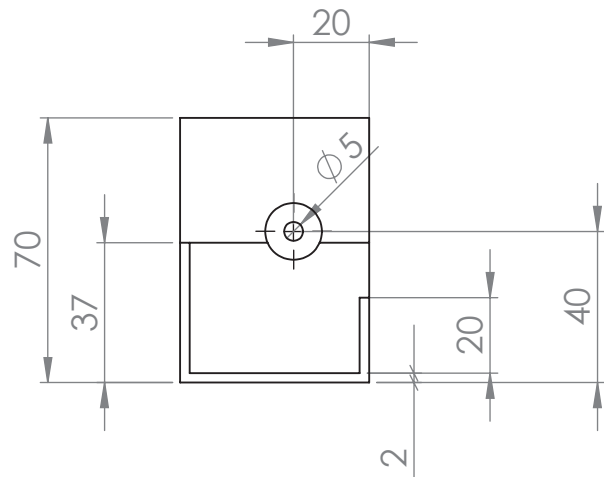
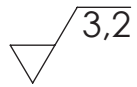


Masa: 497.23 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Unión bastón D

Pieza n°:

30

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

Proyección:

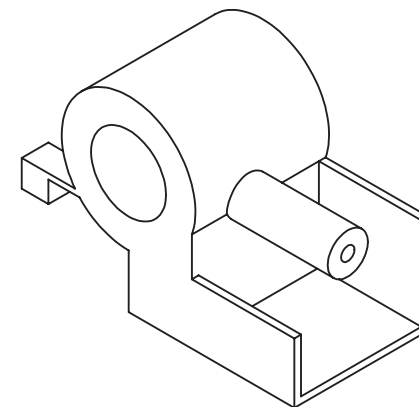
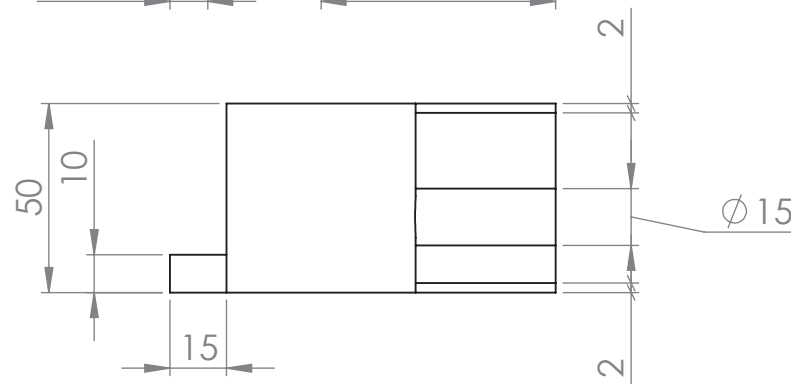
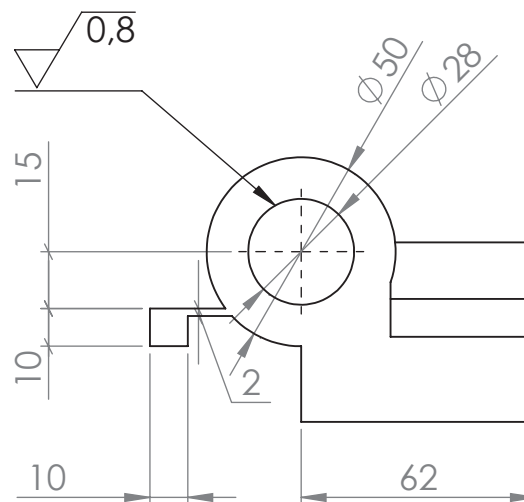
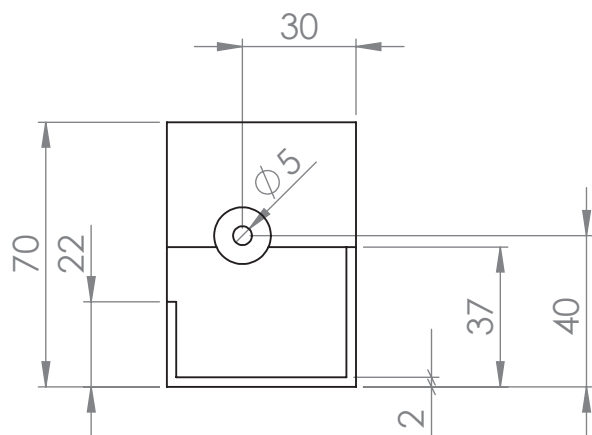
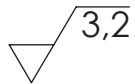


Masa: 1128,25 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Unión bastón I

Pieza nº:

31

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

Proyección:

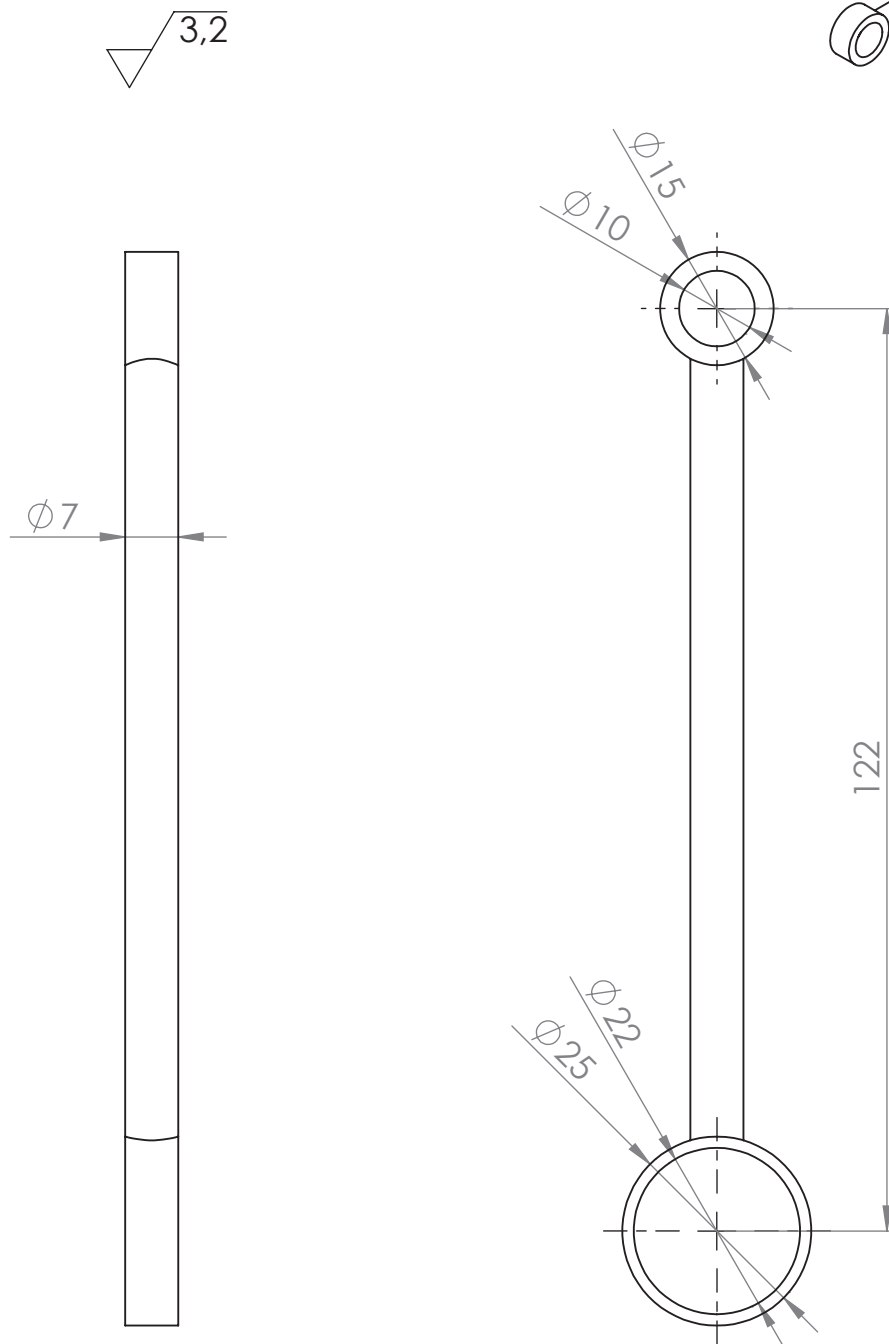


Masa: 1128,25 g

Material: **Acero E295**



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Unión freno D

Pieza nº:

32

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:



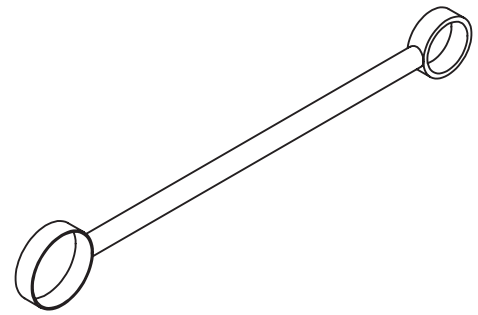
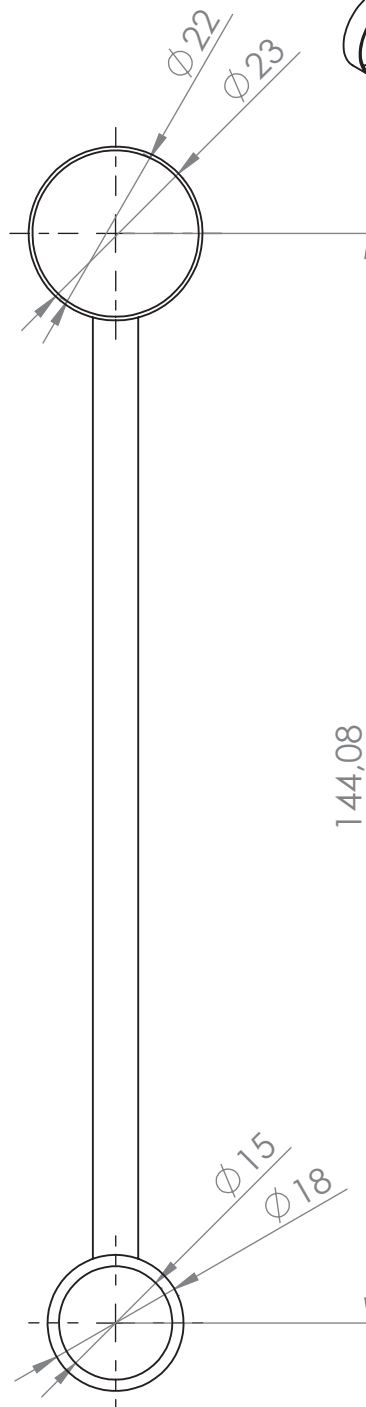
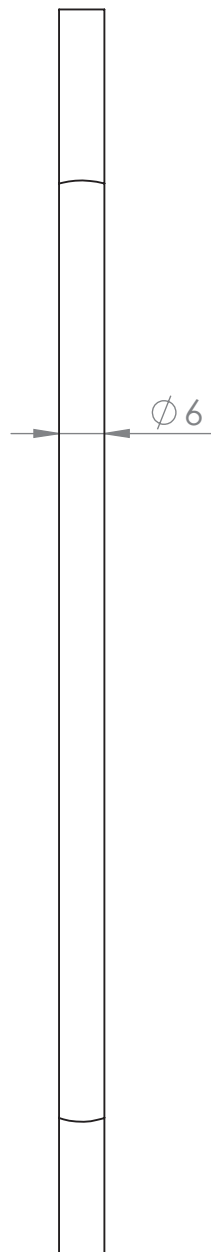
Masa: 42,12 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación			
Medida	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5

$\sqrt{3,2}$



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Unión freno T

Pieza n°:

33

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A4

Escala:
1:1

Proyección:



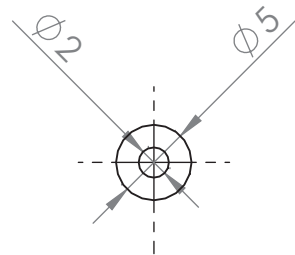
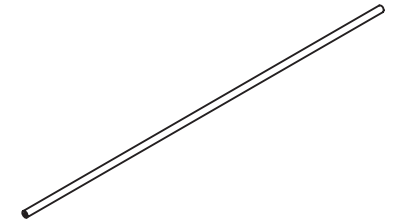
Masa: 32,59 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación				
Medida	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8

$\sqrt{3,2}$

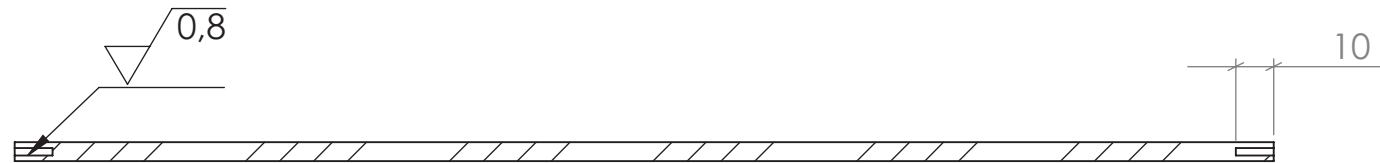


DETALLE A
ESCALA 2 : 1

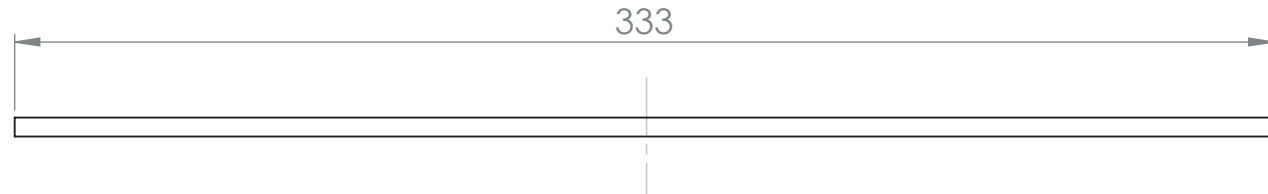


A

B



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2



B

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Varilla

Pieza n°:

34

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

Proyección:



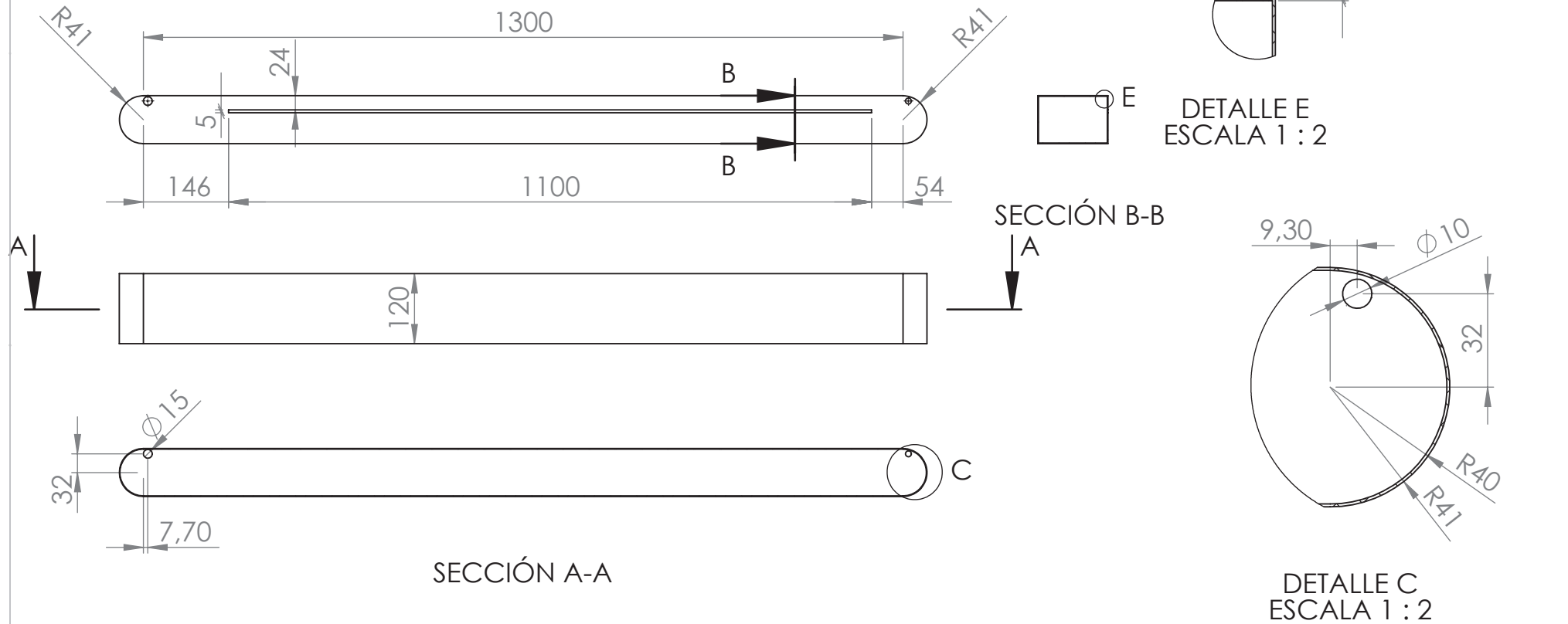
Masa: 50,51 g

Material: Acero E295



Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Carcasa correa I

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 565,67 g

Escala:

1:10

Material: ABS

Pieza n°:

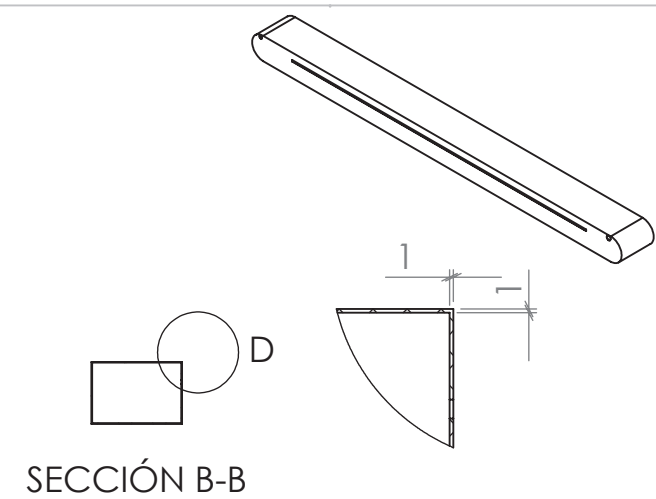
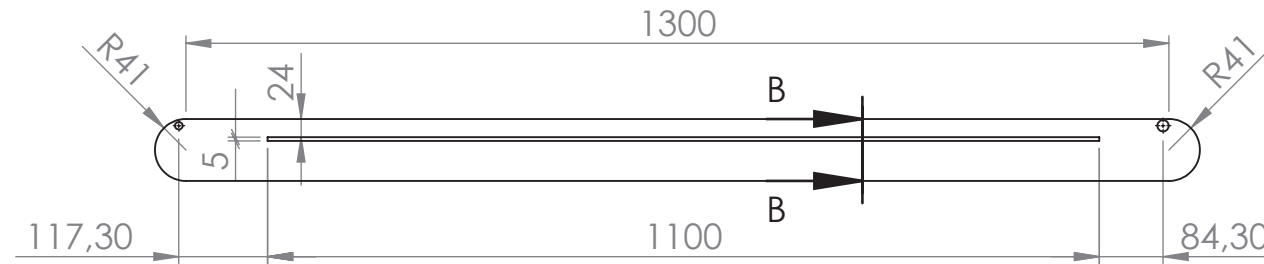
35

Proyección:



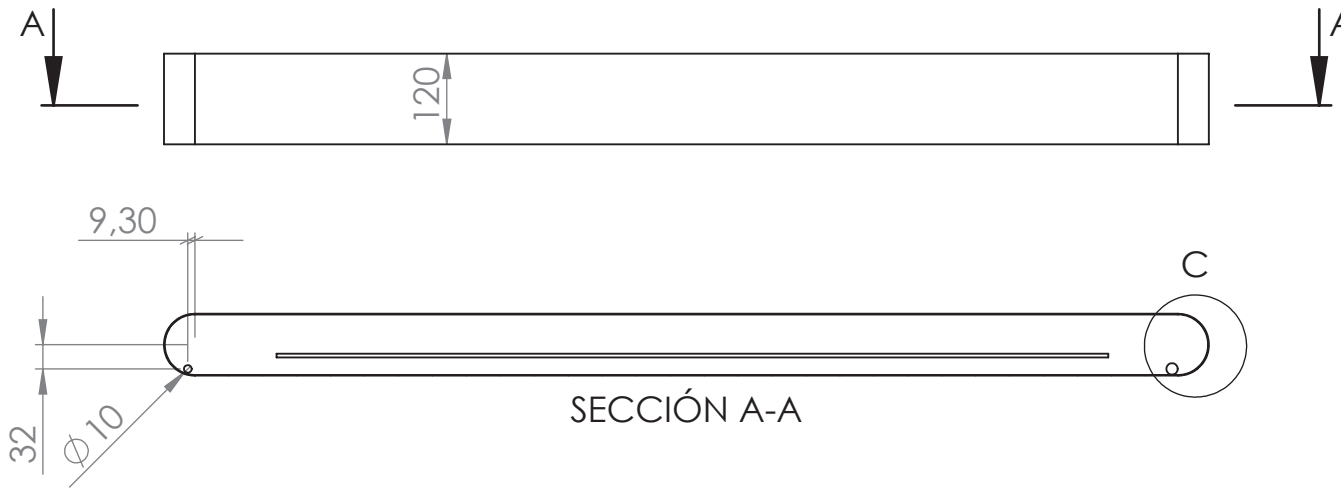
Tolerancias generales de fabricación

Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000	1000÷2000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1

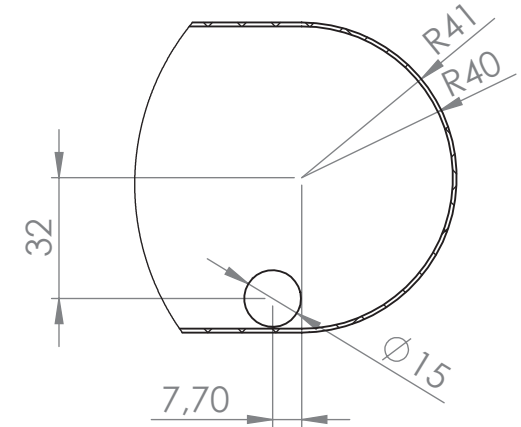


SECCIÓN B-B

DETALLE D
ESCALA 1 : 2



SECCIÓN A-A



DETALLE C
ESCALA 1 : 2

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Carcasa correa D

Pieza nº:

36

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:10

Proyección:



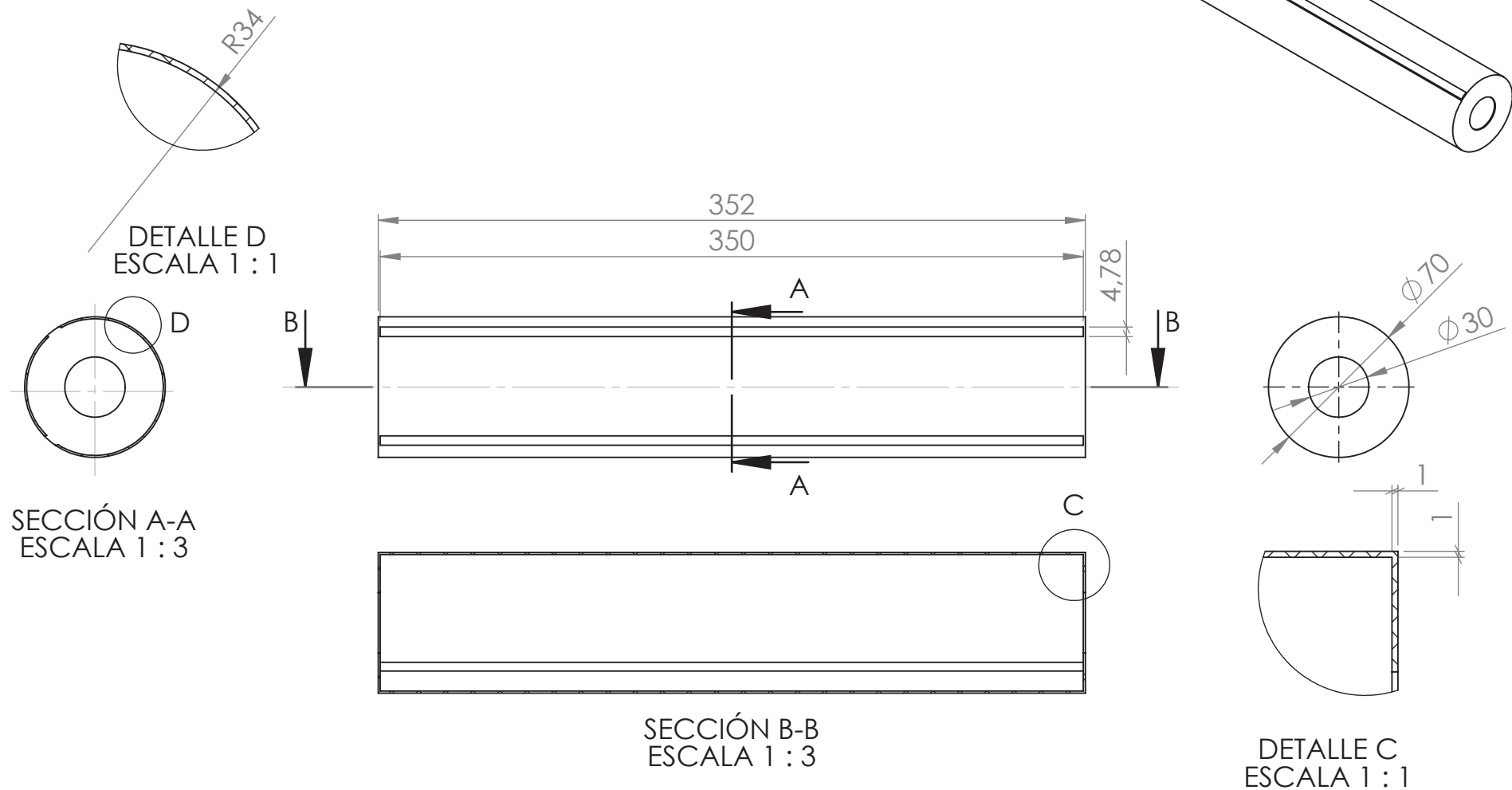
Masa: 565,67 g

Material: ABS



2. CARCASA PROTECTORA

Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Carcasa eje D

Pieza nº:

37

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:3

Proyección:

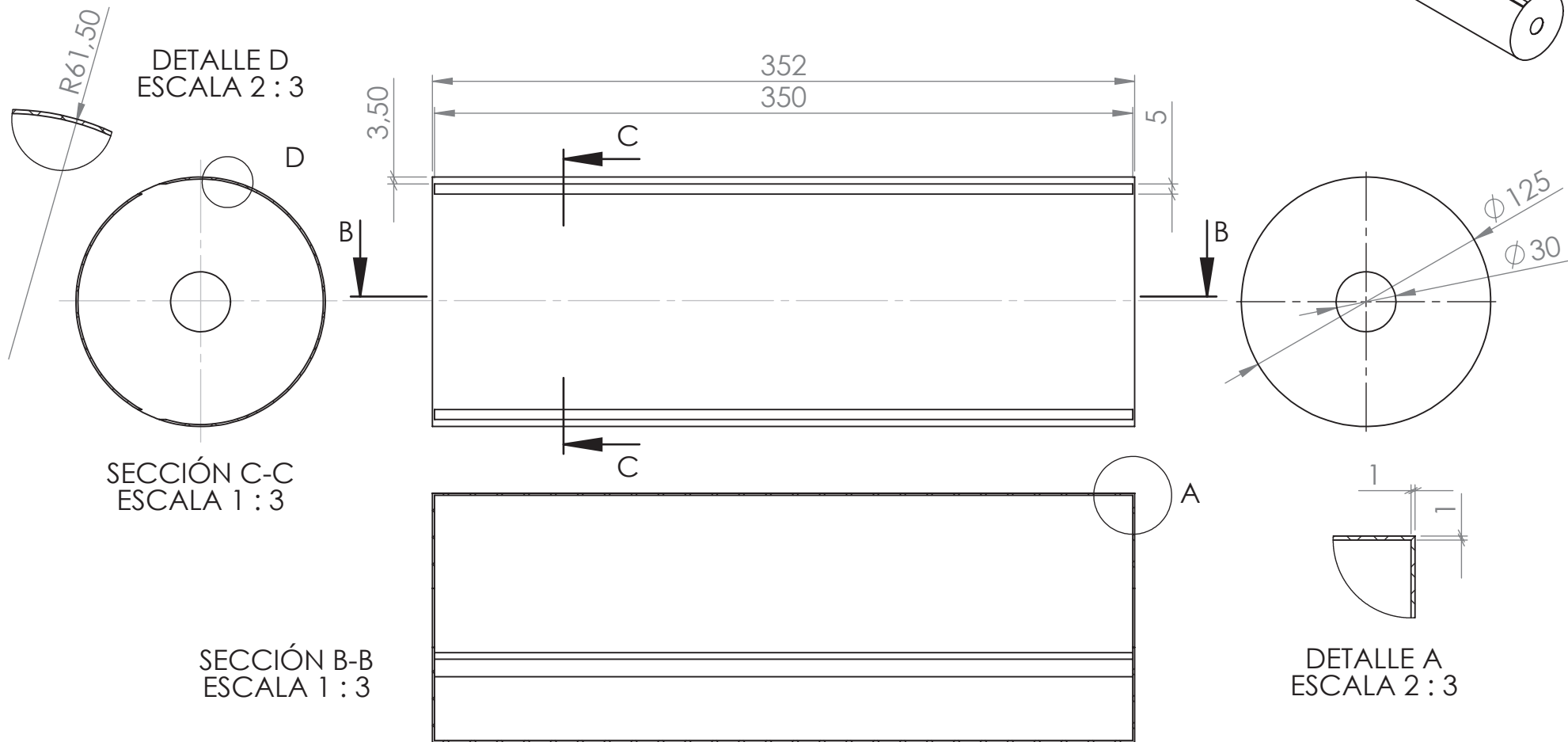


Masa: 78,33 g

Material: ABS



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Carcasa eje T

Pieza nº:

38

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:3

Proyección:

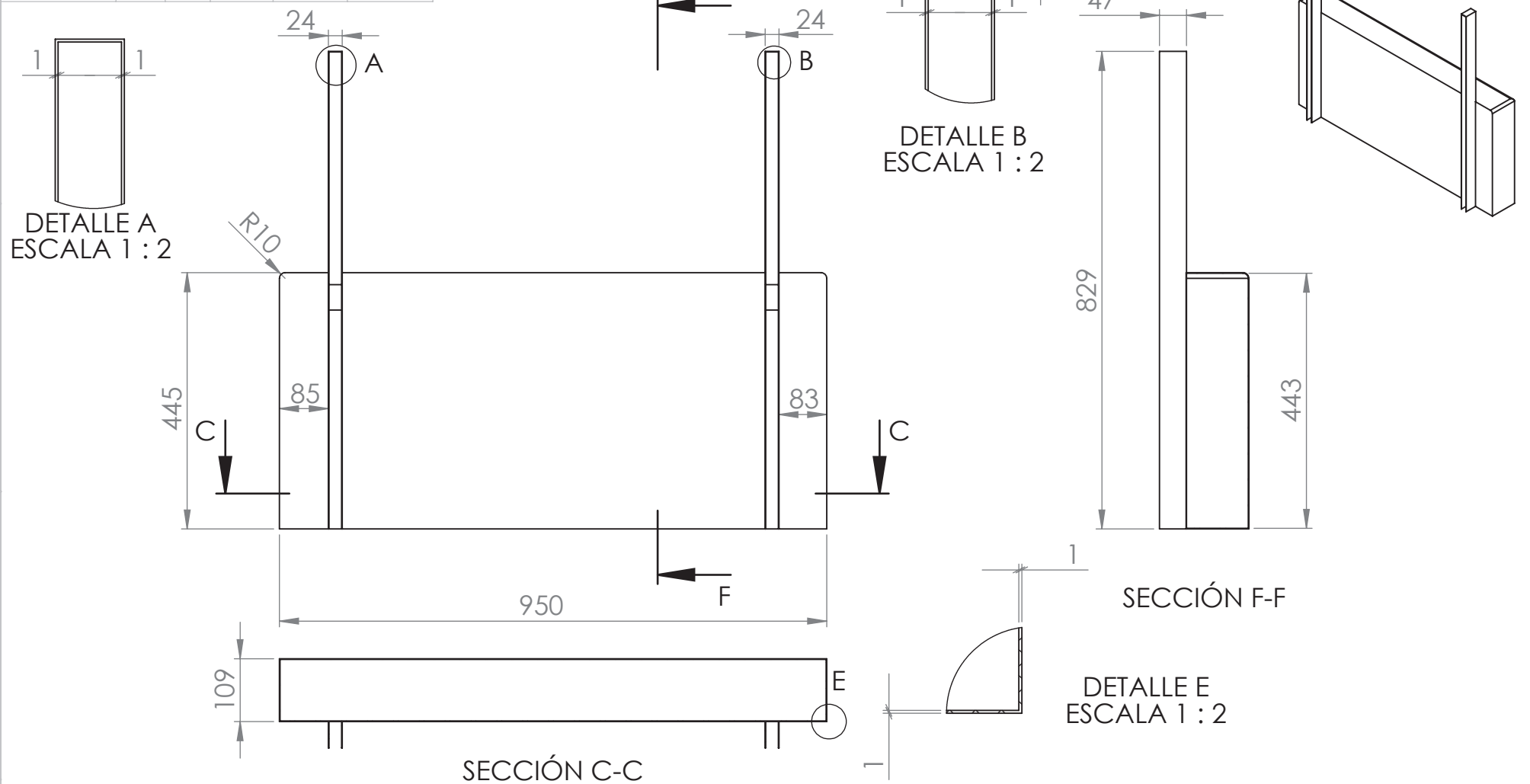


Masa: 78,33 g

Material: ABS



Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Carcasa delantera

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 1336,02 g

Escala:

1:10

Material: ABS

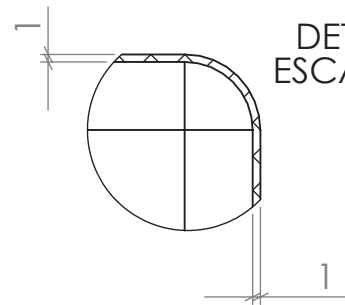
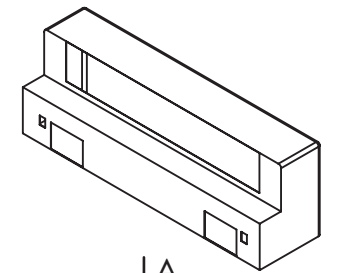
Pieza nº:

39

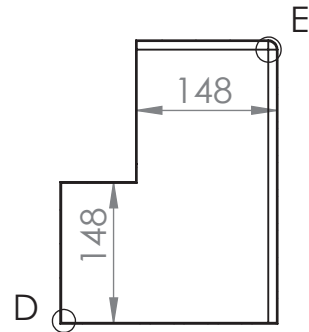
Proyección:



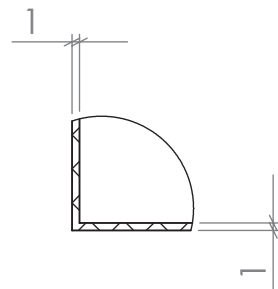
Tolerancias generales de fabricación					
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315	315÷1000
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,8	±0,5



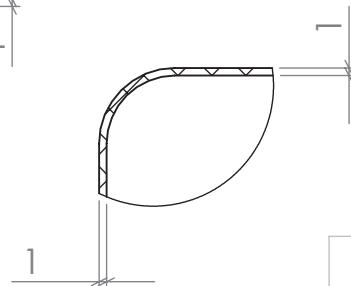
DETALLE E
ESCALA 1 : 1



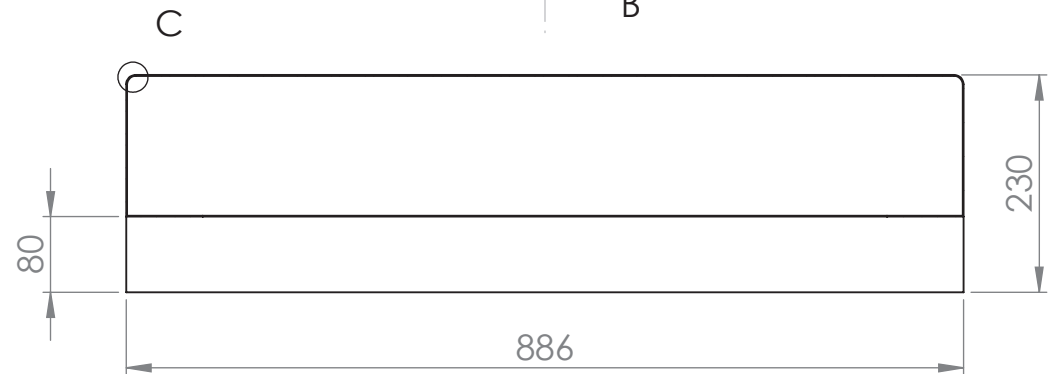
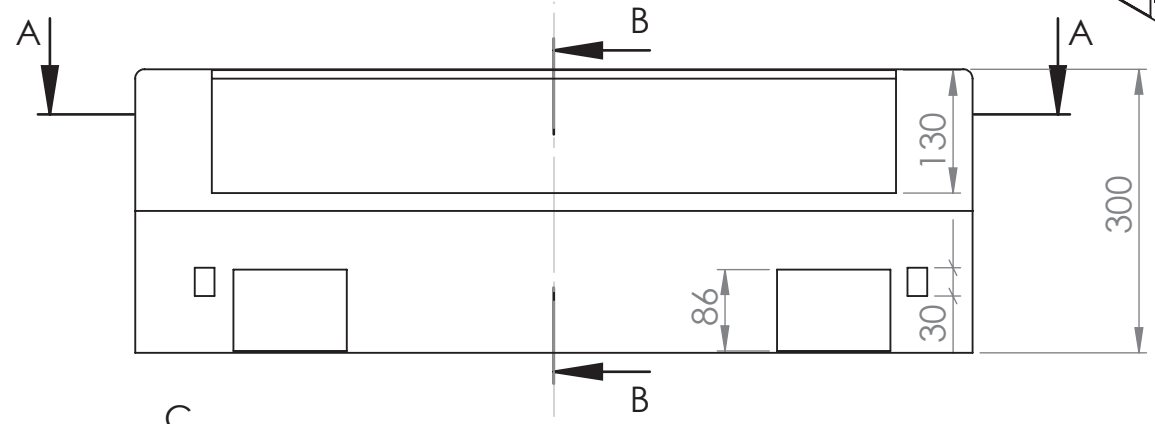
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 8



DETALLE D
ESCALA 1 : 1



DETALLE C
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 8

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Pieza:

Carcasa trasera

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A4

Masa: 942,6 g

Escala:

1:8

Material: ABS

Pieza nº:

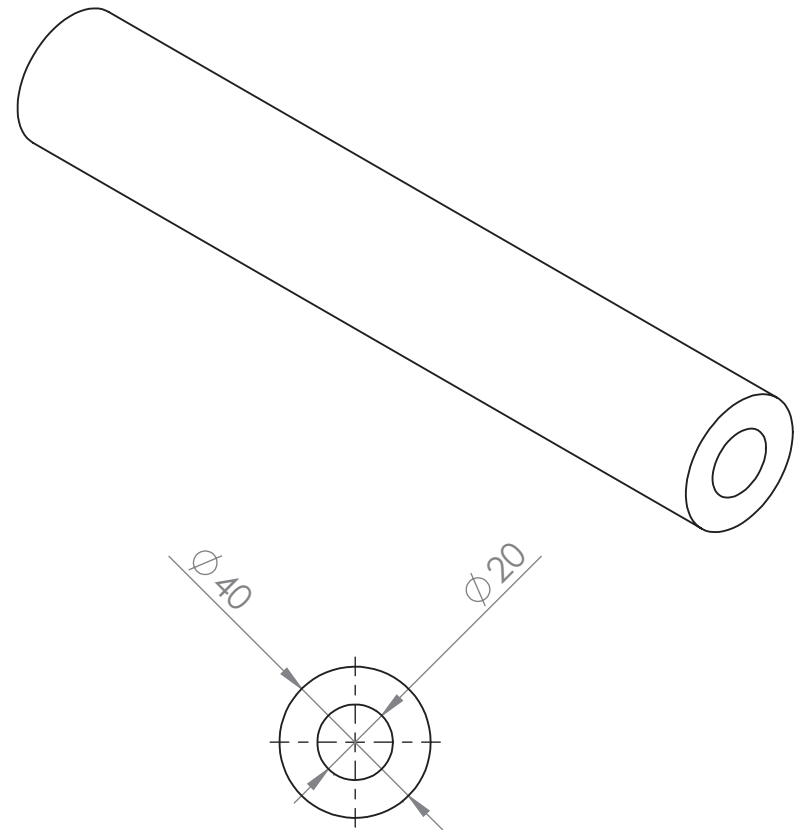
40

Proyección:



3. ACCESORIOS

Tolerancias generales de fabricación			
Medida	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5



DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Pieza:

Almohadilla

Pieza nº:

41

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

DIN A4

Escala:

1:2

Proyección:

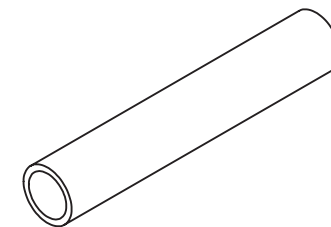


Masa: 228 g

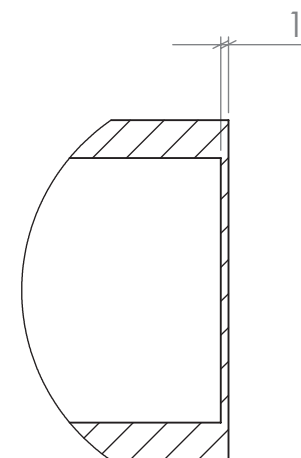
Material: Poliuretano





Tolerancias generales de fabricación				
Medida	0,5÷6	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5



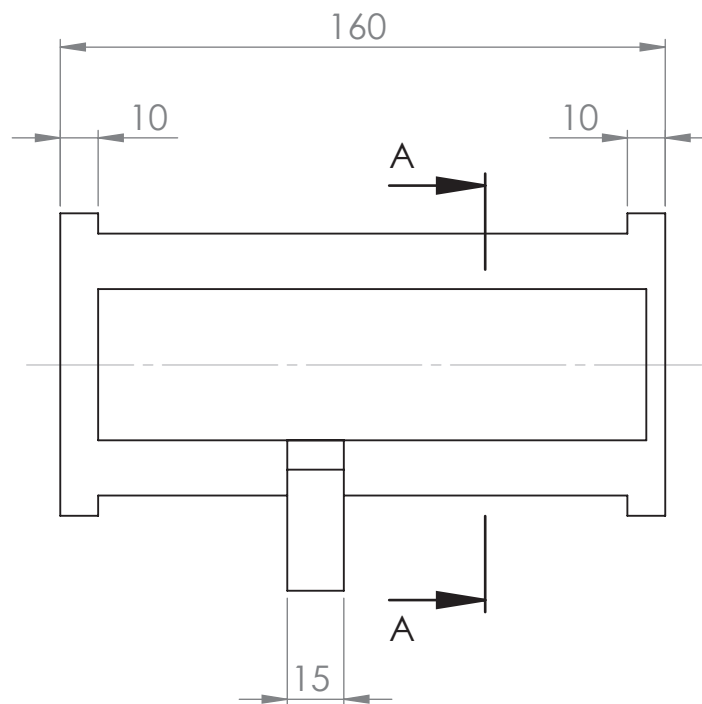
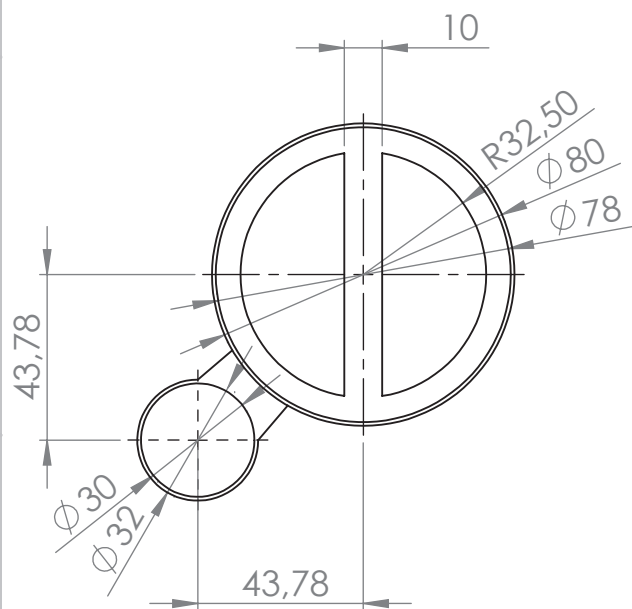
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2



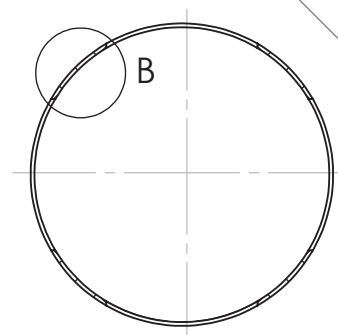
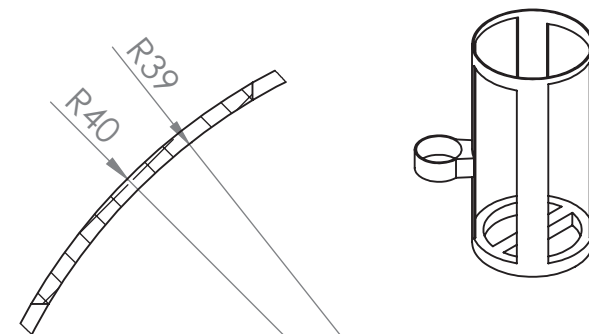
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

<div>DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO</div>		Pieza: Almohadilla bastón		Pieza nº: 42
		Fecha: Junio 2018		
Comprobado por: Eduard Calduch				
Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato: DIN A4	Escala: 1:2	Proyección: 
		Masa: 178,23 g	Material: Poliuretano	


Tolerancias generales de fabricación			
Medida	6÷30	30÷120	120÷315
Tolerancia	±0,2	±0,3	±0,5



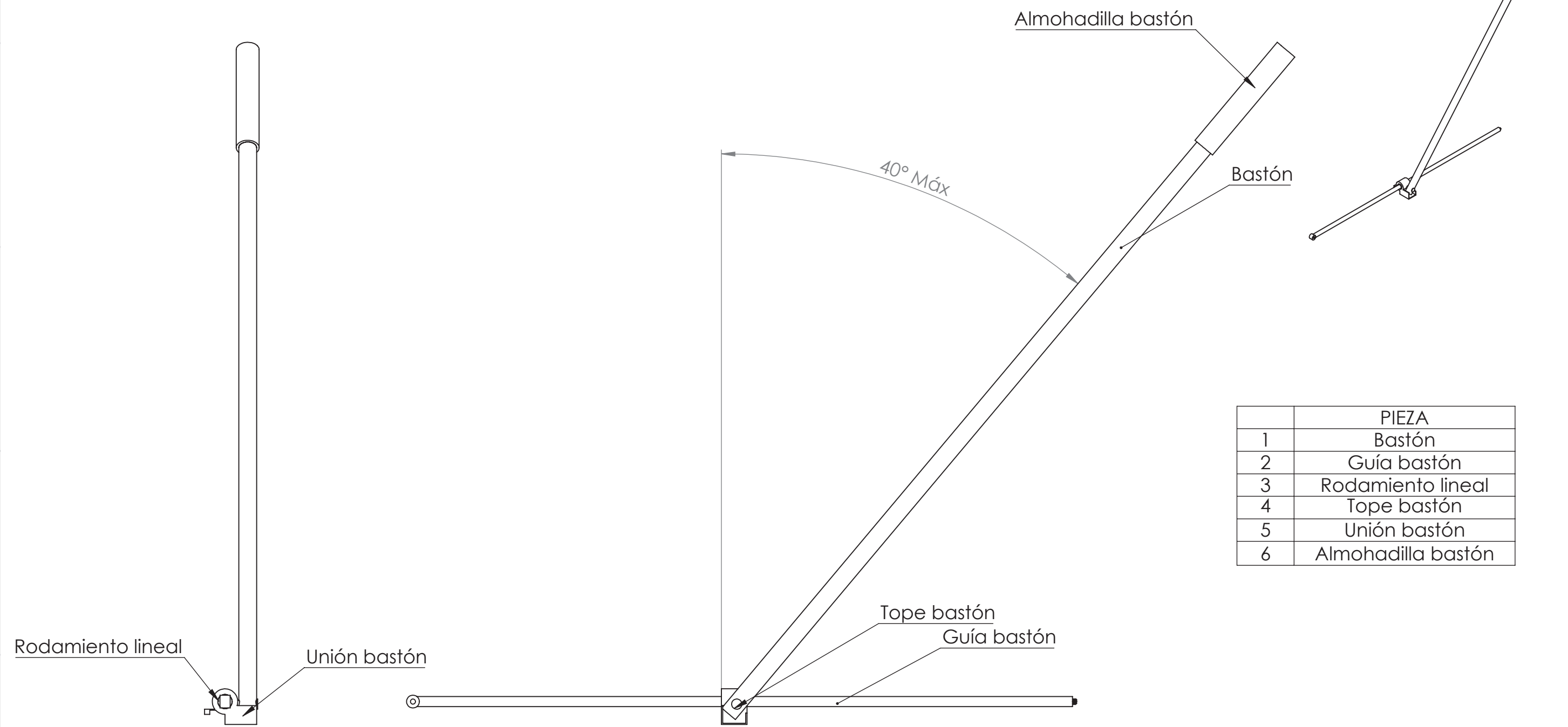
DETALLE B
ESCALA 2 : 1





SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 2

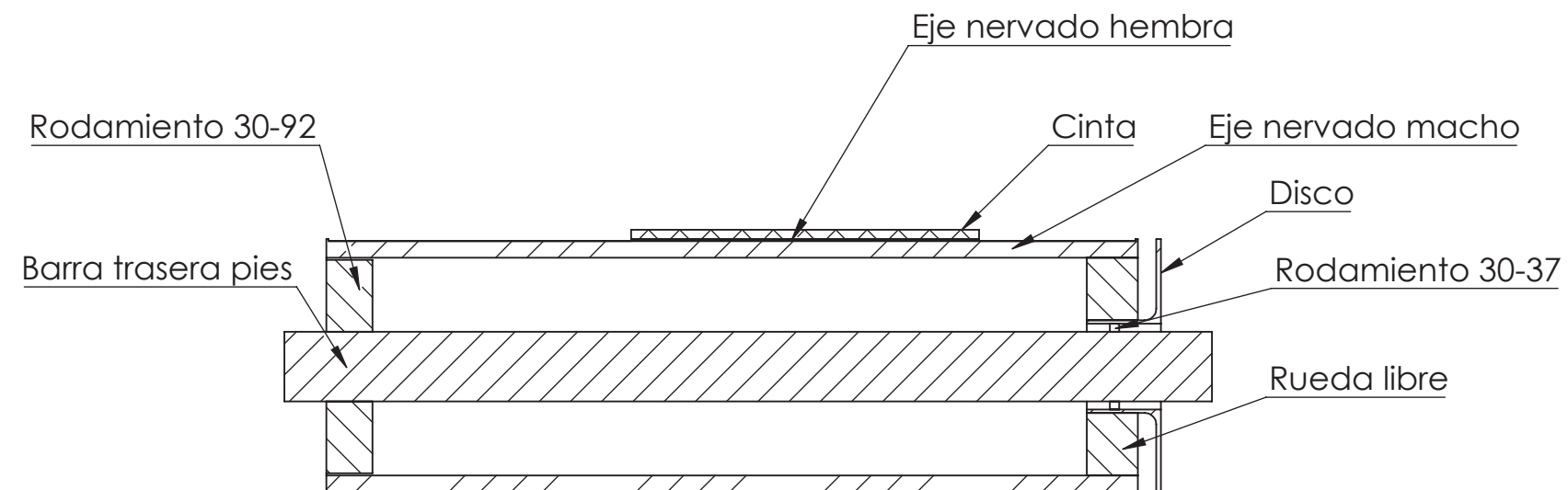
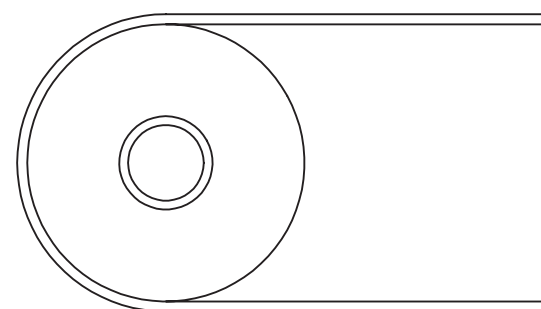
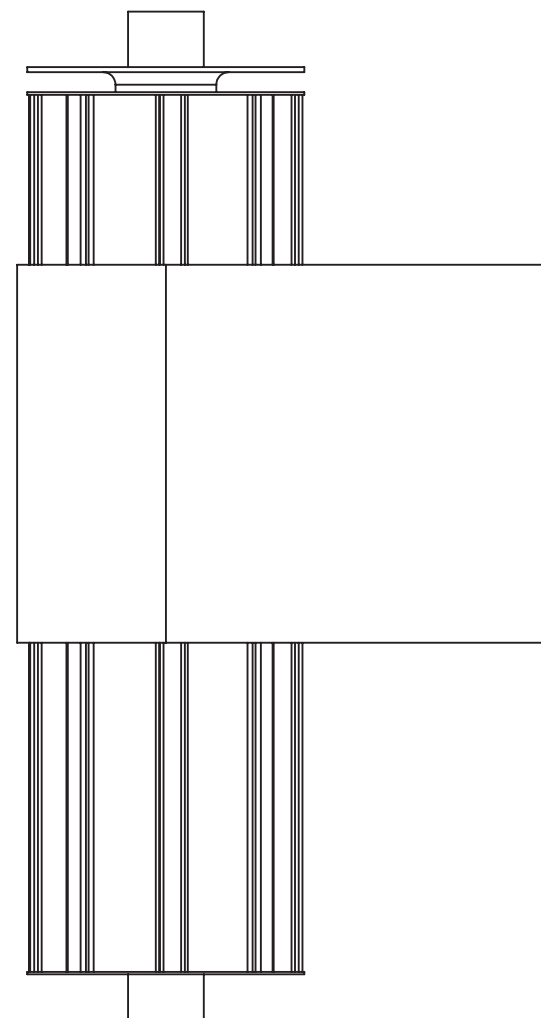
<div>DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO</div>		Pieza:		Pieza nº:
		Botellero		43
Comprobado por: Eduard Calduch		Fecha: Junio 2018		<div>Proyección:</div>
Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato:	Escala:	
		DIN A4	1:2	
		Masa: 41,66 g	Material: ABS	

4. ENSAMBLAJES PARCIALES



	PIEZA
1	Bastón
2	Guía bastón
3	Rodamiento lineal
4	Tope bastón
5	Unión bastón
6	Almohadilla bastón

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO		Ensamblaje E. Bastón		Plano nº: 44
Comprobado por: Eduard Calduch		Fecha: Junio 2018		
Autor: Lorena Jaquet Cera	Observaciones:	Formato: DIN A3	Escala: 1:8	Proyección: 
		Masa: 13711 g		



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 3



	PIEZA
1	Barra trasera pies
2	Cinta
3	Disco
4	Eje nervado hembra
5	Eje nervado macho
6	Rodamiento 30-37
7	Rodamiento 30-92
8	Rueda libre

**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera



Observaciones:

Ensamblaje

E. Cinta

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A3

Escala:

1:3

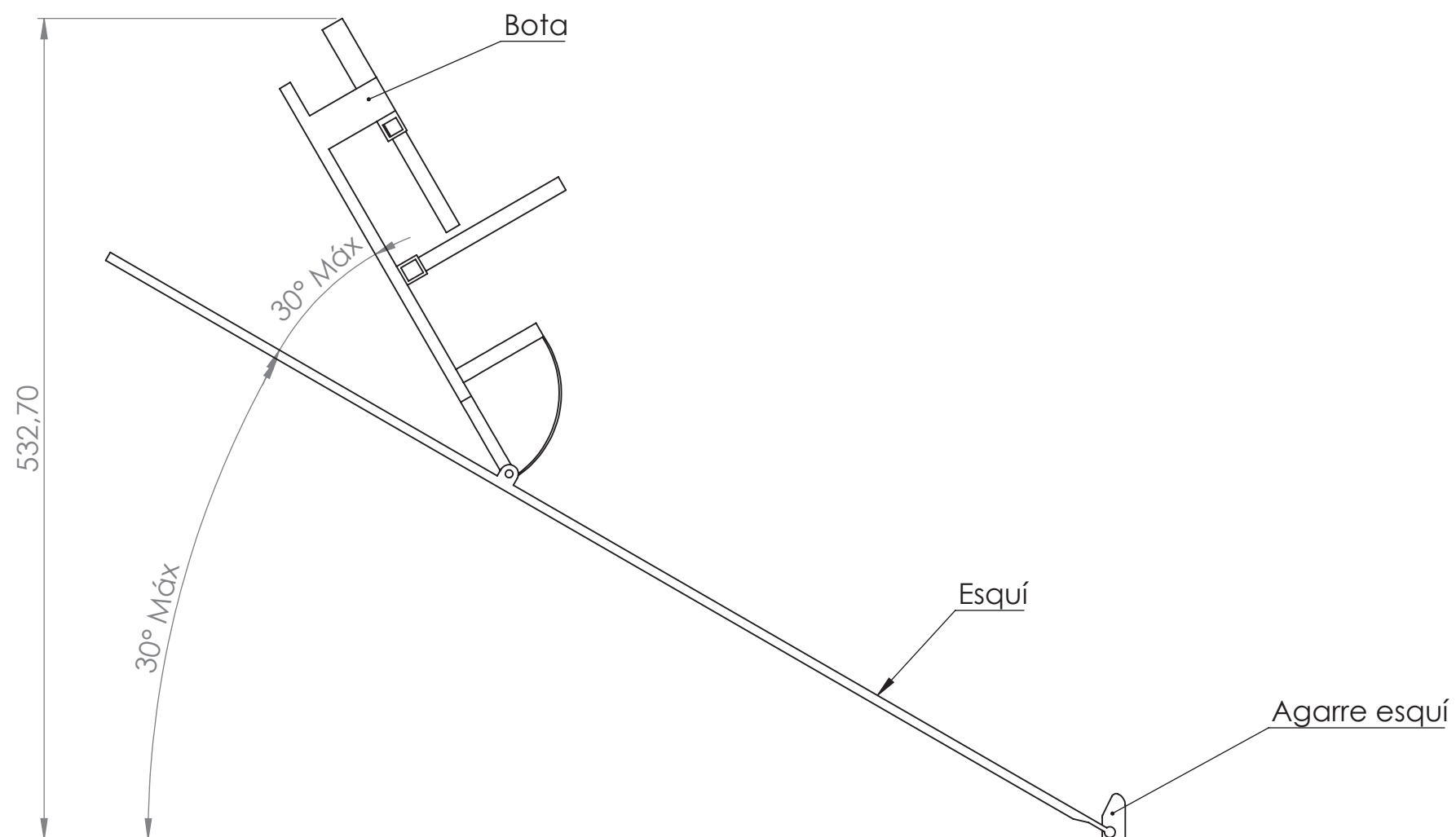
Masa: 5870 g

Plano nº:

45

Proyección:





1	Agarre esquí
2	Bota
3	Esquí

**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO**

Ensamblaje
E. Pies

Plano nº:
46

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:
DIN A3

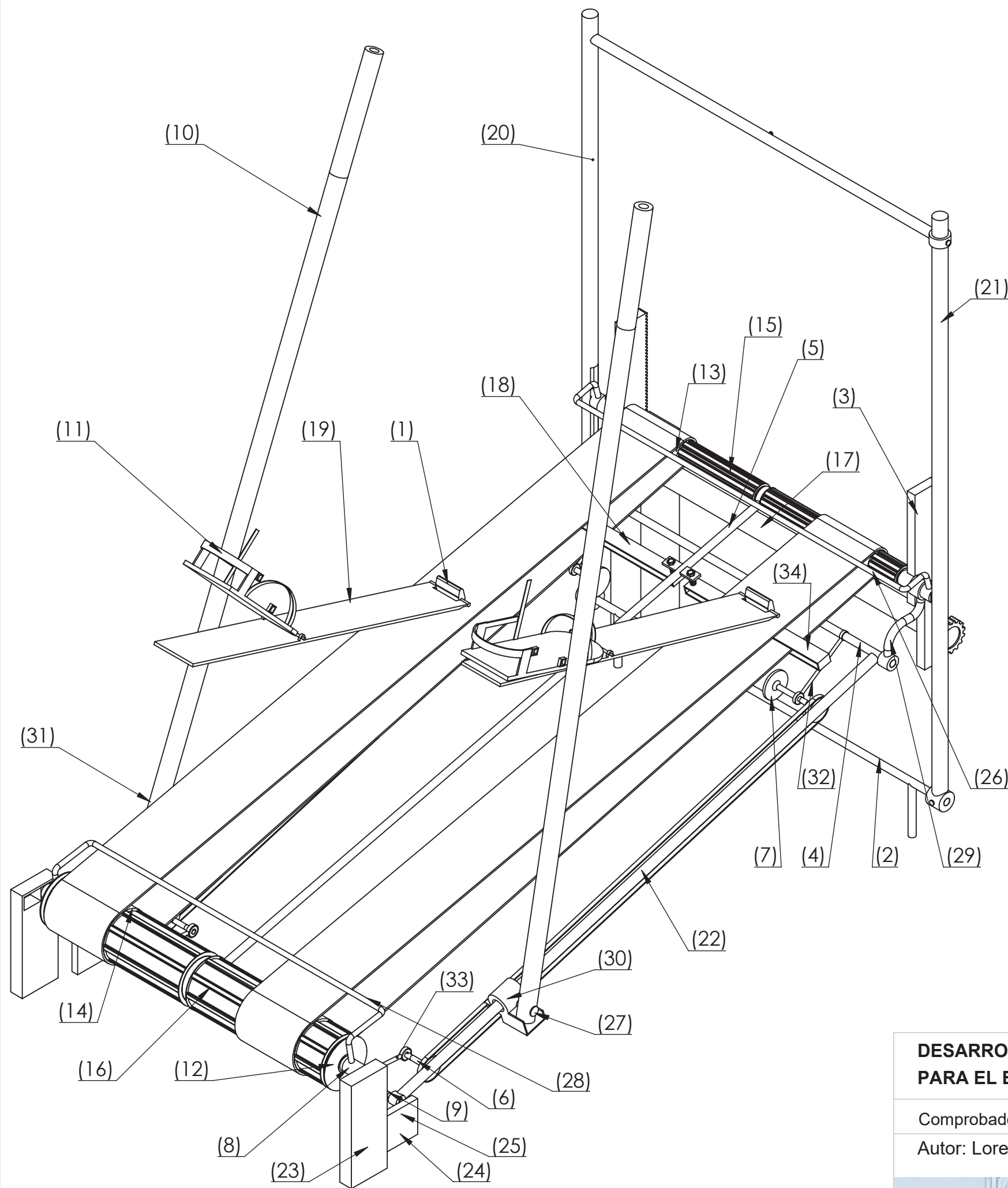
Escala:
1:4

Proyección:



Masa: 5435 g

5. ENSAMBLAJES TOTALES



	PIEZA
1	Agarre esquí
2	Barra delantera
3	Barra
4	Barra bastones
5	Barra cinta
6	Barra freno
7	Barra freno disco
8	Barra trasera
9	Barra trasera bastones
10	Bastón
11	Bota
12	Freno disco
13	Eje nervado hembra
14	Eje nervado hembra 50
15	Eje nervado macho
16	Eje nervado macho 50
17	Eje motor
18	Tensor cinta
19	Esquí
20	Frontal I
21	Frontal D
22	Guía bastón
23	Pata T
24	Pata D
25	Taco barra
26	Tope D
27	Tope bastón
28	Tope T
29	Unión barras
30	Unión bastón D
31	Unión baston I
32	Unión freno D
33	Unión freno T
34	Varilla

	ELEMENTOS NORMALIZADOS
1	Rodamientos
2	Rueda libre
3	Correa dentada
4	Polea dentada
5	Tornillos
6	Tuercas
7	Chavetas
8	Cremallera
9	Piñón
10	Electroimán
11	Motor
12	Reductor
13	Tapíz

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO
PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Comprobado por: Eduard Calduch

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:



Ensamblaje

E. Estructura

Fecha: Junio 2018

Formato:

DIN A3

Escala:

1:8

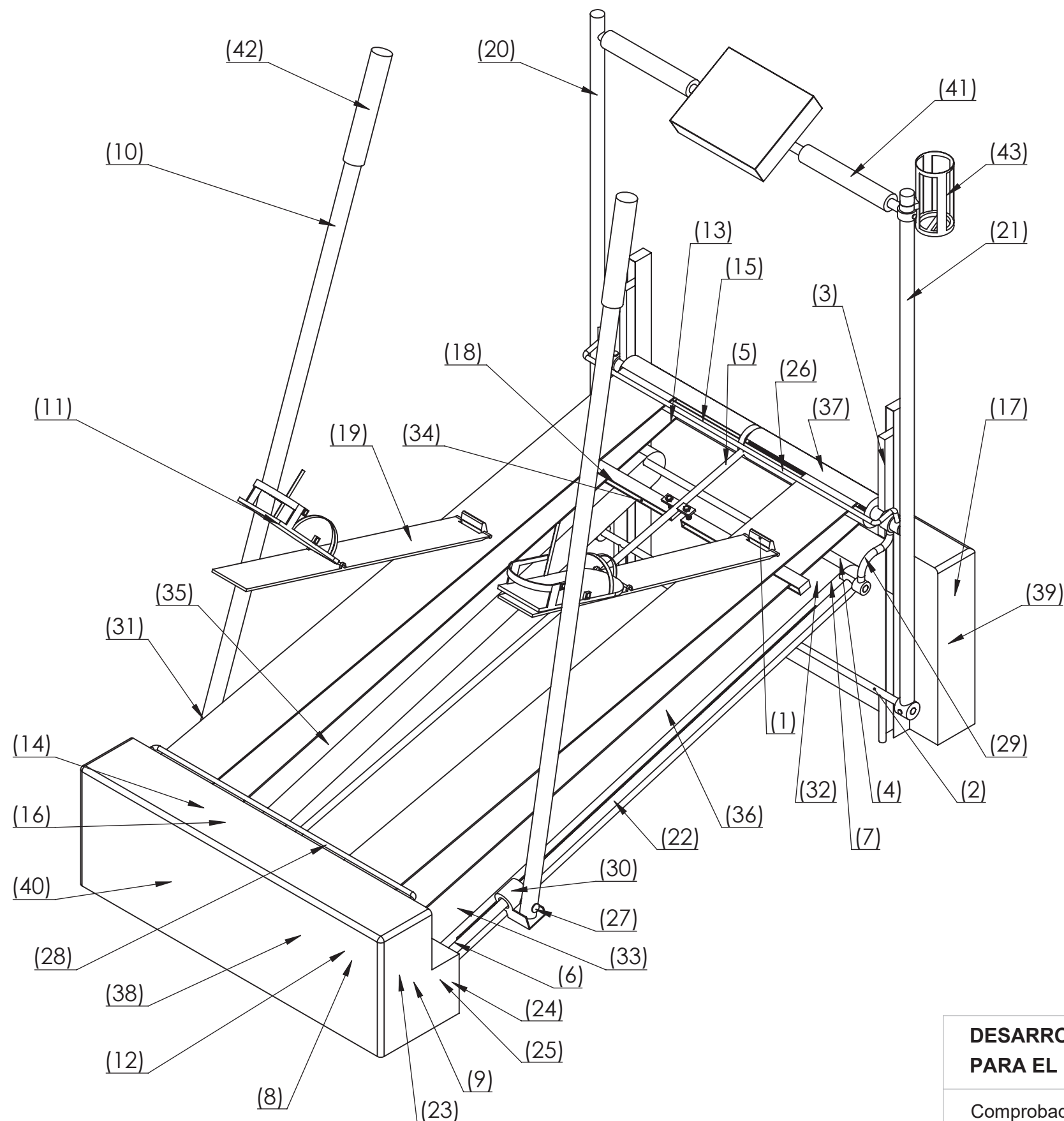
Plano nº:

47

Proyección:



Masa: 124Kg



	PIEZA
1	Agarre esquí
2	Barra delantera
3	Barra
4	Barra bastones
5	Barra cinta
6	Barra freno
7	Barra freno disco
8	Barra trasera
9	Barra trasera bastones
10	Bastón
11	Bota
12	Freno disco
13	Eje nervado hembra
14	Eje nervado hembra 50
15	Eje nervado macho
16	Eje nervado macho 50
17	Eje motor
18	Tensor cinta
19	Esquí
20	Frontal I
21	Frontal D

22	Guía bastón
23	Pata T
24	Pata D
25	Taco barra
26	Tope D
27	Tope bastón
28	Tope T
29	Unión barras
30	Unión bastón D
31	Unión bastón I
32	Unión freno D
33	Unión freno T
34	Varilla
35	Carcasa correa I
36	Carcasa correa D
37	Carcasa eje D
38	Carcasa eje T
39	Carcasa delantera
40	Carcasa trasera
41	Almohadilla
42	Almohadilla bastón
43	Botellero

	ELEMENTOS NORMALIZADOS
1	Rodamientos
2	Rueda libre
3	Correa dentada
4	Polea dentada
5	Tornillos
6	Tuercas
7	Chavetas
8	Cremallera
9	Piñón
10	Electroimán
11	Motor
12	Reductor
13	Tapíz

DESARROLLO DE UNA MÁQUINA DE GIMNASIO PARA EL ENTRENO DEL ESQUÍ DE FONDO

Ensamblaje

E. Total

Plano nº:

48

Comprobado por: Eduard Calduch

Fecha: Junio 2018

Autor: Lorena Jaquet Cera

Observaciones:

Formato:

Escala:

Proyección:

DIN A3

1:10

Proyección:

Masa: 131 Kg